
MASTERARBEIT

Herr
Christian Ulbrich

**Controlling 4.0 – Zu den Ver-
änderungen des Controllings
im Rahmen von Industrie 4.0**

Mittweida, 2017

MASTERARBEIT

Controlling 4.0 – Zu den Veränderungen des Controllings im Rahmen von Industrie 4.0

Autor:

Herr

Christian Ulbrich

Studiengang:

Betriebswirtschaft

Seminargruppe:

BW14w1-M

Erstprüfer:

Prof. Dr. rer. pol. Andreas Schmalfuß

Zweitprüfer:

Prof. Dr. rer. nat. Thoralf Gebel

Einreichung:

Mittweida, 01.02.2017

MASTER THESIS

Controlling 4.0 - The chance of controlling in connection with industrie 4.0

author:

Mr.

Christian Ulbrich

course of studies:

Business Administration

seminar group:

BW14w1-M

first examiner:

Prof. Dr. rer. pol. Andreas Schmalfuß

second examiner:

Prof. Dr. rer. nat. Thoralf Gebel

submission:

Mittweida, 01.02.2017

Bibliografische Beschreibung:

Ulbrich, Christian: Controlling 4.0 – Zu den Veränderungen des Controllings im Rahmen von Industrie 4.0; - 2017. Seitenzahl Verzeichnisse: 8, Seitenzahl des Inhalts: 98, Seitenzahl der Anhänge: 2, Gesamtseitenzahl: 123; Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Masterarbeit, 2017

Referat:

Die Unternehmenssteuerung muss sich im Rahmen der Transformationsprozesse der vierten industriellen Revolution an die Erfordernisse einer digitalen Produktion anpassen. Um dem Begriff Controlling 4.0 sollen neue Konzepte entstehen, welche zur Bewältigung der Herausforderungen von Industrie 4.0 dienen.

Ziel dieser Masterarbeit ist die Darstellung dieser Veränderungsprozesse sowie einer potenziellen Umsetzungsstrategie zur Bewältigung der neuen Prozesse und Wertschöpfungsstrukturen. Anhand geeigneter Methoden, Konzepte, Instrumente und Strategien soll so eine Variante eines Controllings 4.0 definiert werden.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einführende Bemerkungen	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Untersuchungsziel und Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes	1
1.3 Gang der Untersuchung.....	2
2 Zur Entwicklung von Industrie 4.0.....	3
2.1 Definition und Begriffsbestimmung	3
2.2 Ziele und Herausforderungen	7
2.3 Der Entwicklungsstand in Deutschland.....	9
2.4 Betriebswirtschaftliche Handlungsfelder	12
2.5 Relevante Technologien	17
2.5.1 Smart Factory	17
2.5.2 Sensorik und Aktorik.....	19
2.5.3 Mobile Endgeräte.....	19
2.5.4 Radio-frequency-identification	20
2.5.5 Big Data	21
2.5.6 Cloud-Technologien.....	24
2.5.7 Eingebettete Systeme.....	24
2.5.8 Maschine zu Maschine Kommunikation.....	25
2.5.9 Weitere Technologien	26
3 Zum klassischen Controlling	27
3.1 Die Begriffe des Controllings und Controllers	27
3.2 Aufgaben und Prozesse des Controllings	29

3.2.1	Die strategische und operative Planung	30
3.2.2	Die weiteren Controlling-Hauptprozesse.....	34
3.2.3	Die Controlling Nebenprozesse	38
3.3	Konzeption des Controllings	40
4	Controlling von Industrie 4.0 Prozessen	48
4.1	Aktueller Forschungsstand	48
4.2	Veränderung der Controlling-Hauptprozesse.....	51
4.3	Einordnung der systemgestützten Controlling Konzeption.....	56
5	Umsetzungsstrategien für Controlling 4.0.....	59
5.1	Darstellung des Beispielunternehmens.....	59
5.1.1	Allgemeine Unternehmensdaten.....	60
5.1.2	Veränderungsprozesse im Rahmen des Controllings	63
5.2	Szenario 1: Die Phase der Einführung von Industrie 4.0	65
5.2.1	Querschnittsaufgaben im Gesamtunternehmenskontext	68
5.2.2	Controlling-spezifische Aufgabenfelder.....	75
5.3	Szenario 2: Ausnutzung der neuen Potenziale	82
5.3.1	Nutzung der neuen Datenquellen	82
5.3.2	Auswirkungen der „smarten“ Produktion.....	86
5.4	Szenario 3: Das digitale Wertschöpfungsnetzwerk.....	89
5.4.1	Analyse und Bewertung der Netzwerkpartner.....	91
5.4.2	Transformation der Unternehmenssteuerung	93
6	Schlussbetrachtung	96
6.1	Ausblick zum Controlling 4.0.....	96
6.2	Fazit	98
6.3	Weiterer Forschungsbedarf	98
	Anlagen	99
	Selbstständigkeitserklärung.....	102
	Literaturverzeichnis.....	103

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Die vier industriellen Revolutionen	5
Abbildung 2 - Unterschiede im Umgang mit Industrie 4.0.....	10
Abbildung 3 - Horizontale Integration	13
Abbildung 4 - Vertikale Integration.....	13
Abbildung 5 - Charakteristische Merkmale industrieller Wertschöpfungsmodelle.....	15
Abbildung 6 - Schnittstellen der Smart Factory zu intelligenten Infrastrukturen.....	18
Abbildung 7 - V-Modell Big Data.....	22
Abbildung 8 - Technologiefelder von Industrie 4.0.....	26
Abbildung 9 - Controllingprozesse nach ICV	29
Abbildung 10 - Gegenstromverfahren.....	33
Abbildung 11 - Der Risikomanagement-Prozess	37
Abbildung 12 - Funktionen des Controllings	41
Abbildung 13 - Controlling-Konzeptionen nach KÜPPER und WEBER	42
Abbildung 14 - Konzeptioneller Ordnungsrahmen von Controlling-Konzeptionen	43
Abbildung 15 - Controllertypen nach Zenz.....	44
Abbildung 16 - Entwicklung der Controlling-Prozesse	49
Abbildung 17 - Einordnung der systemgestützten Controlling-Konzeption	58
Abbildung 18 - Einführungsstrategie für Industrie 4.0.....	67
Abbildung 19 - Beispiel-Roadmap für das Controlling	69

Abbildung 20 - Integrated Balanced Scorecard	70
Abbildung 21 - Integration eines MES in die IT-Gesamtarchitektur eines Industriebetriebs	72
Abbildung 22 - Modell zur Wirtschaftlichkeitsanalyse für Industrie 4.0- Basistechnologien	73
Abbildung 23 - Ablauf einer Geschäftsmodellinnovation im Kontext von Industrie 4.0	74
Abbildung 24 - Mindestumfang für ein modernes, mittelständiges Controlling	75
Abbildung 25 - Veränderte Anforderungen an Controller.....	79
Abbildung 26 - Nutzung von Big Data im Controlling.....	83
Abbildung 27 - Auswirkungen auf die Unternehmenssteuerung, basierend auf Technologien, Konzepten und Anwendungen der I4.0	86
Abbildung 28 - Zusammenfassung einer möglichen Umsetzungsstrategie für das Beispielunternehmen.....	95

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Allgemeine Daten des Beispielunternehmens	60
Tabelle 2 - Zusammenfassung Szenario 1	81

Abkürzungsverzeichnis

AR: Augmented Reality

BI: Business Intelligence

BITKOM: Bundesverband für Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien

BMBF: Bundesministerium für Bildung und Forschung

BMWi: Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

BWL: Betriebswirtschaftslehre

CPS: cyber-physisches System

DV: Datenverarbeitung

ERP: Enterprise Resource Planning

FC: Forecast

F&E: Forschung und Entwicklung

GuV: Gewinn und Verlustrechnung

HMI: Human Machine Interface (*Mensch-Maschine-Schnittstelle*)

HR: Hochrechnung

I4.0: Industrie 4.0

IAO: Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation

ICV: Internationaler Controller Verein

IGC: International Group of Controlling

IKT: Informations- und Kommunikationstechnik

INC.: Incorporation

IoT: Internet of Things (*Internet der Dinge*)

IT: Informationstechnik

KMU: Kleine und mittlere Unternehmen

MES: Manufacturing Execution System

PPS: Produktionsplanungs- und Steuerungssystem

PWC PricewaterhouseCoopers

RFID: Radio-frequency-identification Technologie

SWOT: Analysis of strengths, weakness, opportunities and threats

VDE: Verband der Elektrotechnik

VDMA: Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau

VR: Virtual Reality

ZVEI: Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie

1 Einführende Bemerkungen

In diesem einleitenden Kapitel werden die Problem- und Zielstellung, sowie die Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes dieser Masterarbeit verdeutlicht. Weiterhin erfolgt eine Zusammenfassung des Gangs der Untersuchung, indem die Themen und der Aufbau der nachfolgenden Kapitel zusammengefasst werden.

1.1 Problemstellung

Wie sieht die Produktionsarbeit der Zukunft aus? Diese Kernfrage stellt die Grundlage für die aktuelle Agenda zum Thema Industrie 4.0 dar. Durch den Einsatz neuer Technologien, soll die Zukunft des Wirtschaftsstandortes Deutschland langfristig gesichert werden. Schlagworte wie Echtzeit, Digitalisierung, Flexibilität oder Vernetzung prägen die aktuelle Debatte und definieren die Eckpunkte für die vierte industrielle Revolution.

Wie lassen sich die Industrie 4.0 Prozesse steuern? Während die ersten technologischen Möglichkeiten bereits ihren Weg in die Unternehmen und die betriebswirtschaftliche Fachliteratur gefunden haben, befindet sich die Auseinandersetzung bezüglich der Organisation einer digitalen Produktion noch in einem sehr frühen Stadium. Besonders die Unternehmenssteuerung und das Controlling stehen aktuell vor der Herausforderung sich an die neuen Prozesse und Strukturen anzupassen. Es stellt sich daher die Frage, welche Auswirkungen der Industrie 4.0 Transformationsprozess auf diesen Unternehmensbereich haben wird und welche neuen Potenziale sich für ein „Controlling 4.0“ daraus ergeben.

1.2 Untersuchungsziel und Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes

Das Ziel dieser Untersuchung besteht in einer wissenschaftlichen Analyse der Auswirkungen der Transformationen im Rahmen von Industrie 4.0 auf die Prozesse und Instrumente der Unternehmenssteuerung. Anhand von aktuellen Fachartikeln und Forschungsberichten, soll so ein Konzept für die Bewältigung der Herausforderungen, welche sich aus den neuen Technologien, Geschäftsmodellen und Organisationsfor-

men ergeben, geschaffen werden. Gleichzeitig soll anhand von Beispielen das Nutzenpotenzial der neuen Möglichkeiten für die Arbeit des Controllers dargestellt werden. Der Wandlungsprozess soll hierzu an verschiedenen Entwicklungsstadien von Industrie 4.0 ansetzen, um somit ein Gesamtbild für ein „Controlling 4.0“ zu generieren.

Den Ausgangspunkt bildet eine Zusammenfassung der Themenkomplexe Industrie 4.0 und des klassischen Controllings. Im Rahmen verschiedener Szenarien soll anschließend, anhand eines fiktiven Unternehmens der Wandel der Prozesse, Instrumente und Aufgabenfelder des Controllings abgebildet werden, mit dem Ziel potenzielle Lösungen für die Herausforderungen einer digitalen und vernetzten Unternehmenssteuerung aufzuzeigen.

1.3 Gang der Untersuchung

In Kapitel 2 wird zunächst der aktuelle Forschungsstand zum Thema Industrie 4.0 aufgegriffen. Es werden der aktuelle Entwicklungsstand von Industrie 4.0, die betriebswirtschaftlichen Potenziale, sowie verschiedene Technologien aufgezeigt, um eine Ausgangsbasis für die weitere Untersuchung zu schaffen. Kapitel 3 befasst sich mit den Methoden, Prozessen und Konzepten des klassischen Controllings. Thematisiert wird ein Überblick der aktuellen Fachliteratur dieser betriebswirtschaftlichen Disziplin, um eine Grundlage für die Darstellung der Transformationsprozesse im digitalen Controlling zu schaffen.

Kapitel 4 fasst die aktuellen Thesen und den Forschungsstand zum Controlling von Industrie 4.0 Prozessen zusammen und dient der Gliederung der erwarteten Veränderungen der Prozesse, Methoden und Konzepte, welche im Kontext der digitalen Produktion die Arbeit und die Anforderungsprofile der Controller prägen werden. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen werden in Kapitel 5 anhand eines Beispiels die Herausforderungen und Potenziale der neuen Möglichkeiten für die Unternehmenssteuerung im Rahmen von Industrie 4.0 genauer analysiert. Die Untersuchung setzt an verschiedenen Entwicklungsstadien des Transformationsprozesses an und bietet eine Auswahl von Lösungsansätzen und Handlungsempfehlungen für die Umgestaltung des Controllings. Im abschließenden Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst, sowie Empfehlungen für weitere Forschungen in diesen Themenbereich dargestellt.

2 Zur Entwicklung von Industrie 4.0

Der Begriff Industrie 4.0 ist seit einigen Jahren ein Synonym für die Zukunft der Produktion am Standort Deutschland. Um die Veränderungen innerhalb dieser Entwicklung zu verdeutlichen, gilt es zunächst die wesentlichen Ausgangspunkte dieser Thematik zu definieren. Im Rahmen dieses Kapitels sollen somit die Grundlagen von Industrie 4.0 in Deutschland dargestellt werden.

2.1 Definition und Begriffsbestimmung

Eine Abgrenzung und genaue Definition des Begriffs Industrie 4.0 ist, bedingt durch die Vielschichtigkeit des Themas, nur schwer möglich. Im deutschsprachigen Raum war es vor allem die Bundesregierung, welche an der Umsetzung aktiv und mit großem Engagement partizipierte. So beschrieb 2013 das BMBF den Begriff Industrie 4.0 als einen Rahmen für alle Maßnahmen, welche der Umsetzung von Technologien im Bereich der cyber-physischen Systeme dienen. Ausgehend von diesem Technologieoberbegriff soll dadurch eine Echtzeitkommunikation von Unternehmen und Funktionsbereichen, sowie eine Dezentralisierung der Produktion ermöglicht werden, um langfristig im internationalen Vergleich eine wirtschaftliche Führungsrolle einzunehmen.¹

In der Literatur zu diesem Thema finden sich verschiedene Definitionen, welche die Bedeutung des Begriffs zum Teil stark erweitern. Für ROTH beispielsweise umfasst Industrie 4.0 „...die Vernetzung aller menschlichen und maschinellen Akteure über die komplette Wertschöpfungskette sowie die Digitalisierung und Echtzeitauswertung aller hierfür relevanten Informationen, mit dem Ziel die Prozesse der Wertschöpfung transparenter und effizienter zu gestalten, um mit intelligenten Produkten und Dienstleistungen den Kundennutzen zu optimieren.“² Diese Definition zeigt eine Vielzahl von Elementen, welche sich hinter dieser Thematik verbergen.

¹ Bundesministerium für Bildung und Forschung 2013a; S. 6

² Roth 2016; S. 6

Auf der anderen Seite gibt es auch kritische Aussagen bezüglich der Namenswahl. SENDLER formuliert, dass die Namensgebung im hohen Maße auch eine Marketingmaßnahme seitens der Bundesregierung darstellt und die zukünftige Relevanz erst noch in der Praxis erprobt werden müsse.³

Die Bezeichnung selbst wurde von der deutschen Initiative Industrie 4.0 gewählt, welche sich zum einen aus der Akademie der Wissenschaften und den Verbänden VDMA, ZVEI und BITKOM und zum anderen aus verschiedenen Universitäten, Unternehmen und Forschungseinrichtungen zusammensetzt, um die Bedeutsamkeit des Projektes für die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands darzustellen und einen Oberbegriff für die Veränderungen und Neuerungen in den Bereichen Entwicklung, Logistik, Produktion und Service zu schaffen.⁴

Um die Tragweite der zukünftigen Veränderungen in den Unternehmensprozessen zu verdeutlichen, wird häufig auch von einer vierten industriellen Revolution gesprochen, um so die bevorstehenden Veränderungen in einen historischen Prozess einzuordnen. Der Begriff der industriellen Revolution wurde in der Vergangenheit in der Fachliteratur meist nur im Kontext der Transformationsprozesse des späten 18. und frühen 19. Jahrhunderts verwendet und definierte den Übergang von der Handwerks- und Agrargesellschaft hin zur frühen Industriegesellschaft.⁵ So wurde durch die Initiative im Rahmen der Bedeutungsfindung von Industrie 4.0 die aktuell beginnende Entwicklung in einen historischen Zusammenhang gestellt und als Beginn einer neuen industriellen und technologischen Ära definiert.⁶

Die erste industrielle Revolution war demnach geprägt durch die Schlüsselerfindung des dampfbetriebenen Webstuhls, gefolgt von der Einführung der Techniken der Fließ- und Massenproduktion im Rahmen der zweiten industriellen Revolution. Gegen Ende des 20. Jahrhunderts schloss sich die dritte industrielle Revolution an, welche durch den verstärkten Einsatz von Elektronik und IKT geprägt war und erstmalig automatisierte Rationalisierungsmaßnahmen, sowie eine Variation innerhalb einer Serienproduktion ermöglichte. Aufbauend auf dieser Entwicklung schließt sich die vierte industrielle Revolution an, deren Schlüsseltechnologien nunmehr eine Weiterentwicklung der

³ Vgl. Sendler 2013; S. 5

⁴ Vgl. Kaufmann 2015; S. 4

⁵ Vgl. Wildmann 2007; S. 19

⁶ Vgl. Abbildung 1

Technik der vorangegangenen Epoche darstellen und mit Hilfe des Internets und der Nutzung cyber-physischer Systeme völlig neue Möglichkeiten bieten soll.⁷

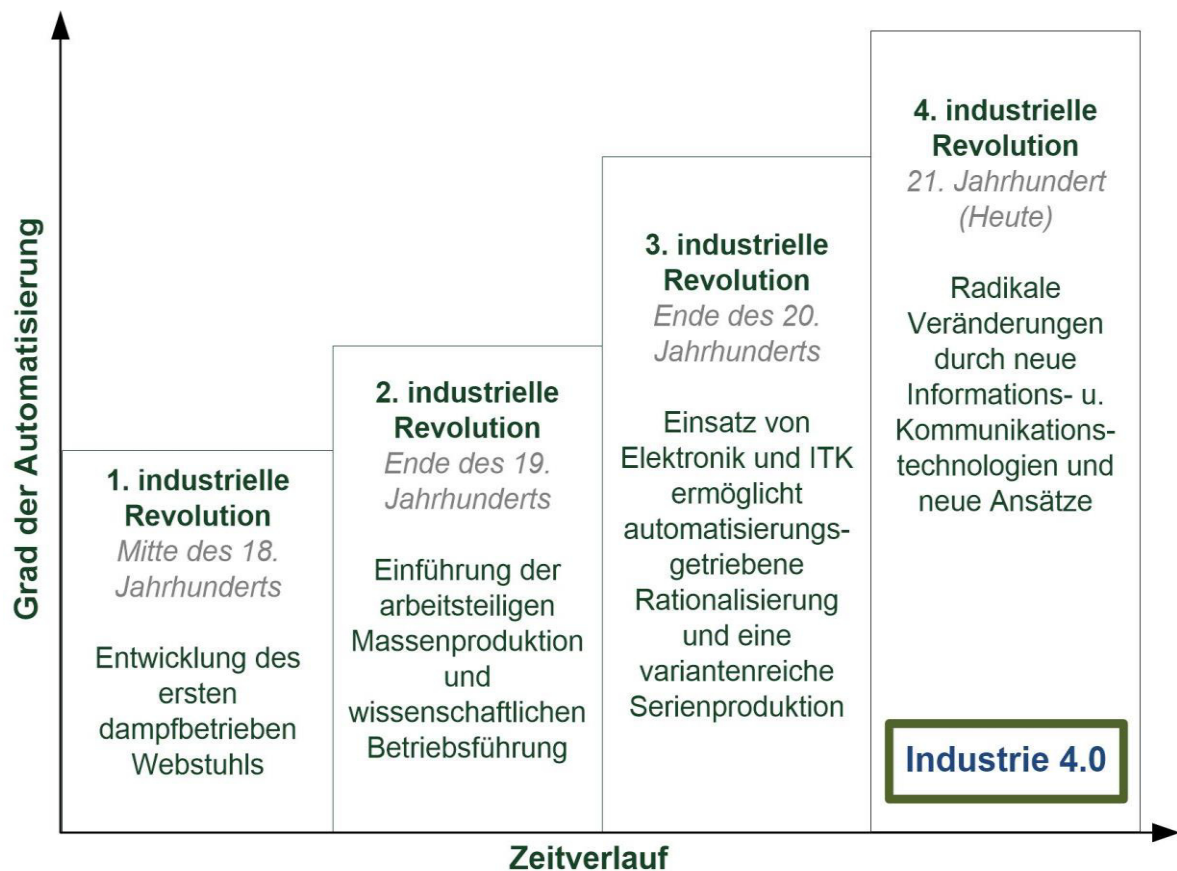


Abbildung 1 - Die vier industriellen Revolutionen⁸

Aufbauend auf dieser Darstellungsbasis definiert die Plattform Industrie 4.0 die vierte industrielle Revolution als neue „...*Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten...*“ hinweg.⁹ Dahinter verbirgt sich die Idee, durch eine Vernetzung aller an einem Wertschöpfungsprozess beteiligten Instanzen in Echtzeit ein Netzwerk entstehen zu lassen, welches Produktionsprozessoptimierungen nach verschiedenen Kriterien ermöglicht und den Beteiligten jederzeit und überall alle relevanten Informationen für die Prozesssteuerung zur Verfügung stellt.¹⁰

⁷ Vgl. Abbildung 1 und Roth 2016; S. 19

⁸ Eigene Darstellung, in Anlehnung an Roth 2016; S. 19

⁹ Kagermann et al. 2013; S. 8

¹⁰ Vgl. Ebenda

Vier weitere Begriffe, welche im Kontext von Industrie 4.0 häufig verwendet werden, sind das Internet der Dinge, die cyber-physischen Systeme, die cyber-physischen Produktionssysteme und die Smart Factory.

Das Internet der Dinge stellt einen Überbegriff für Technologien dar, welche der Vernetzung von Objekten und Produkten mit Menschen oder mit anderen Objekten dienen. So soll durch eine Maschine-Mensch Kommunikation bzw. eine Maschine-Maschine-Kommunikation ein Informationsaustausch über das Internet erfolgen, welcher eine autonome, eigenintelligente Situationseinschätzung und Problemlösung ermöglichen soll.¹¹ Diese selbstgesteuerten, dynamischen Prozesse basieren wiederum auf der Verwendung von Scanner-, Sensoren- und RFID-Technologie in Kombination mit intelligenten Softwarelösungen, welche so neue Handlungsalternativen in der Logistik und der Produktion zulassen.¹²

Cyber-Physische Systeme gelten als eine Vorstufe des Internets der Dinge. Diese eingebetteten Systeme, erfassen durch Sensoren Daten, werten diese aus und interagieren auf deren Basis mit der physischen und digitalen Umwelt. Diese Form der Vernetzung bietet dem Nutzer eine ortsunabhängige, teilautonome und teilautomatisierte Nutzung der Anlagen und eine Entscheidungsfindung auf Basis von kontextspezifischen, situationsabhängigen Daten.¹³ In Kombination mit dem Internet der Dinge bilden diese Netzwerke im Verbund die Basis für Cyber-physische-Produktionssysteme, welche eine dezentrale, kontextadaptive Produktionssteuerung über die Grenzen eines Unternehmens hinweg ermöglichen werden. Dadurch sollen der Zeitaufwand und die Komplexität im Bereich der Kommunikation zwischen kooperierenden Unternehmen verringert werden.¹⁴

Der Begriff Smart Factory, die intelligente Fabrik, steht genau wie der Begriff Industrie 4.0 als Synonym für eine vernetzte, intelligente Unternehmenswelt. Dieses Konzept bildet, sowohl in der horizontalen, als auch in der vertikalen Integration von Prozessen

¹¹ Vgl. Bullinger und Hompel 2007; S. 96

¹² Vgl. Ebenda; S. 315ff.

¹³ Vgl. Geisberger und Broy 2012; S. 21-22

¹⁴ Vgl. Roth 2016; S. 23 und 29

ein Prinzip der Vernetzung, welches die in der vierten industriellen Revolution angestrebten intelligenten Produkte und Verfahren ermöglichen soll.¹⁵ Durch die Verbindung mit Daten anderer Schnittstellen, z.B. der Energienetzverwaltung, der Infrastruktur, der Produktionssteuerung, der Logistiksysteme oder der Gebäude-Sensorik und den konsequenten Einsatz von CPS-Systemen und dem Internet der Dinge, soll so eine möglichst effiziente, weniger störanfällige, proaktive Fertigungsprozesssteuerung als Grundlage für neue Geschäftsmodelle und Prozessabläufe dienen.¹⁶ Basierend auf diesen Begriffserklärungen gilt es nun die Ziele der vierten industriellen Revolution darzustellen und zu beleuchten.

2.2 Ziele und Herausforderungen

Die Ziele und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution wurden durch die Initiative „Plattform Industrie 4.0“ in den Jahren 2013 und 2015 aufgeschlüsselt, um einen Leitfaden für die flächendeckende Implementierung zu erstellen. Die hierbei aufgezeigten Handlungsfelder lauten wie folgt:

- Standardisierung von Referenzarchitekturen zur firmenübergreifenden Vernetzung und Integration innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke
- Beherrschung komplexer Systeme durch die Nutzung von Modellen zur Automatisierung von Tätigkeiten und einer Integration der digitalen und realen Welt
- flächendeckende Breitband-Infrastruktur für die Industrie zur Sicherstellung des erforderlichen Datenaustauschs
- Sicherstellung von Standards, Normen und Technologien im Bereich der IT- und Datensicherheit
- Anpassung der Arbeitsorganisation und Arbeitsplatzgestaltung an die neuen Rahmenbedingungen
- Aus- und Weiterbildung der beteiligten Stakeholder
- Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen im EU-Raum
- Steigerung der Ressourceneffizienz¹⁷

¹⁵ Vgl. Kagermann et al. 2013; S. 23

¹⁶ Vgl. Kagermann et al. 2013, 2013, S. 23

¹⁷ Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015c; S.8

Den Kern der Agenda 4.0 bildet somit die digitale Transformation der Produktion innerhalb der deutschen Ausrüstungsindustrie unter Berücksichtigung der aufgezeigten Handlungsfelder, um die aktuelle Weltmarktposition Deutschlands zu erhalten und in neuen Technologiefeldern auszubauen. Weiterhin steht die Ressourceneffizienz im Vordergrund um die Marktbedingungen in Deutschland wettbewerbsfähig zu halten, was insbesondere durch die Nutzung von moderner IKT erreicht werden soll.¹⁸

Weitere Ziele sind eine Flexibilisierung der Produktionsvorgänge und Geschäftsprozesse was die Zusammenarbeit mit Zulieferern effizienter gestalten, gleichzeitig aber auch eine rentable Kleinstmengenproduktion ermöglichen soll, welche speziell an die Spezifikationen des Kunden angepasst werden kann und auch kurzfristige Änderungswünsche gestattet. Ebenfalls soll durch die Vernetzung, Standardisierung und Echtzeitdatenübermittlung eine flexiblere Reaktion auf externe Einflüsse und eine bereichsübergreifende Prozessoptimierung ermöglicht werden. Dadurch soll der Ressourcen- und Energieverbrauch reduziert werden, was ein Kernelement der Entwicklung darstellt. Ein weiterer Punkt ist die Schaffung von neuen Dienstleistungen und Produkten, welche aus den I4.0 Technologien hervorgehen und gerade kleinen und mittleren Unternehmen die Chance bieten sollen neue Potenziale zu erschließen. Letztlich steht aber auch der Mensch im Vordergrund der Thematik Industrie 4.0.¹⁹

Im Zeitalter einer zunehmenden Bedeutung des demographischen Wandels und der Diversität innerhalb der Betriebe, soll durch die neuen technologiegestützten Geschäfts- und Arbeitsmodelle zum einen dieser Entwicklung entgegengewirkt und zum anderen den Bedürfnissen der Arbeitnehmer nach einer besseren Arbeitsplatzqualität und einer höheren Flexibilität entsprochen werden. Durch diese Maßnahmen soll die Industrie trotz des national hohen Lohnniveaus zukunftsfähig bleiben. Grundlage für eine erfolgreiche Transformation ist jedoch eine flächendeckende Umsetzung in weiten Teilen der Industrie in Deutschland, sowie eine Durchdringung aller Unternehmensbereiche mit den neuen Technologien.²⁰ Nachfolgend soll der aktuelle Stand von Industrie 4.0 in Deutschland dargestellt werden, um den aktuellen Status des Entwicklungsprozesses zu beleuchten.

¹⁸ Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015e; S. 9

¹⁹ Vgl. Kagermann et al. 2013; S. 20

²⁰ Vgl. Ebenda

2.3 Der Entwicklungsstand in Deutschland

Für Deutschland stellt die digitale Transformation der Industrie eine wesentliche Herausforderung für die kommenden Jahre dar, um für die Zukunft die Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich zu erhalten. Der amtierende Wirtschaftsminister Herr Sigmar Gabriel ging bei seiner Ansprache auf der Hannover Messe 2016 sogar soweit, dass er für Deutschland, bzw. für Europa, einen Fahrplan forderte, welcher die hiesige Industrie bis 2025 zur modernsten digitalen Infrastruktur der Welt führen soll, um so langfristig Standortvorteile zu generieren.²¹

In den letzten Jahren entstanden zahlreiche Abhandlungen, welche sich mit dem Entwicklungsstand der vierten industriellen Revolution beschäftigten und die Zukunftspotenziale für Deutschland prognostizierten.²² Hierbei kann man sehr deutlich erkennen, dass insbesondere sechs spezifische Branchen durch die aktuellen und zukünftigen Entwicklungen profitieren werden. Hierzu zählen die chemische Industrie, die Kraftwagen- und Kraftwagenteileindustrie, der Maschinen- und Anlagenbau, die elektrische Ausrüstungsindustrie, die Land- und Forstwirtschaft, sowie Unternehmen aus dem IKT Sektor. In diesen Segmenten soll allein durch die konsequente Umsetzung der digitalen Industrie die Bruttowertschöpfung von kumuliert 343,34 Mrd. Euro im Jahre 2013 auf 422,11 Mrd. Euro im Jahr 2025 ansteigen, was bei dieser isolierten Prognose einer Steigerung von 23 Prozent entspricht. Besonders die ersten vier genannten Branchen stellen hierbei die wesentlichen Industriezweige bei der vierten industriellen Revolution dar.²³ Andere nicht branchenspezifische Schätzungen gehen von einem Potenzial von 153,5 Mrd. Euro bis 2020 aus, was jedoch ebenfalls nur eine grobe Schätzung darstellt und globale Synergieeffekte nicht mit berücksichtigt.²⁴ Auf Basis dieser Prognosen kann letztendlich nicht spezifiziert werden, welchen konkreten Nutzen die aktuellen Transformationsprozesse generieren werden, jedoch erkennt man recht deutlich, dass die neuen technologischen und organisatorischen Möglichkeiten mit einer spürbaren und positiven Entwicklung der Bruttowertschöpfung einhergehen werden, sodass die Bedeutung von Industrie 4.0 für Deutschland greifbar wird.

²¹ Vgl. Die Welt 2016

²² Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015a; Seite 7 (*Das BMWi zählte zum damaligen Zeitpunkt bereits 65 Veröffentlichungen*)

²³ BITKOM e.V. und Fraunhofer IAO 2014; Seite 36

²⁴ Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015a; Seite 18

Die Initiative Industrie 4.0 soll nach den Plänen der Bundesregierung vor allem auch der Stärkung des Mittelstands zugutekommen. Daher erscheint auch eine differenzierte Betrachtung zwischen Großunternehmen und Klein- und Mittelständigen-Unternehmen als sinnvoll. Die repräsentativen Umfragen des BMWi aus den Jahren 2014 und 2015 geben Aufschluss über den Entwicklungsstand der vierten industriellen Revolution. Durch das BMWi wurde hierbei erklärt, dass kleine und mittlere Unternehmen als Einheiten mit weniger als 500 Mitarbeitern definiert sind, sodass alle Unternehmen mit über 500 Mitarbeitern als Großunternehmen in ihrer Studie gelten.²⁵

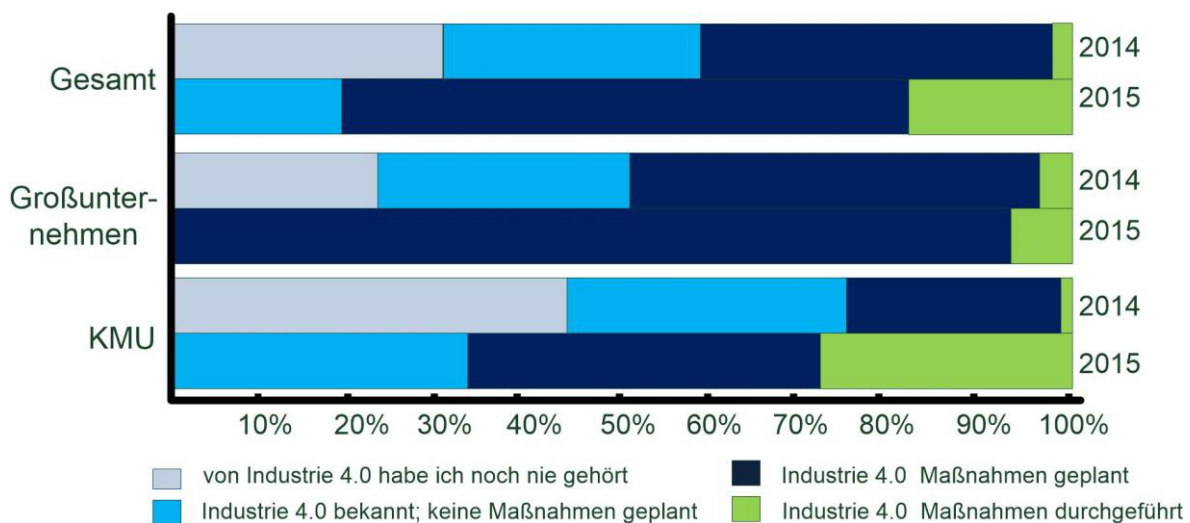


Abbildung 2 - Unterschiede im Umgang mit Industrie 4.0²⁶

Insgesamt betrachtet zeigte sich im Vergleich von 2014 zu 2015 ein großer Entwicklungssprung bei den befragten Unternehmen. Während in der Untersuchung von 2014 festgestellt wurde, dass sich insgesamt nur 40% mit dem Thema Industrie 4.0 beschäftigten und der Begriff einem Teil der Großunternehmen und fast der Hälfte der befragten KMU nicht bekannt war, gaben im Jahr 2015 in der Gesamtbetrachtung fast 80 % der Unternehmen an eine aktive Planung bzw. Umsetzung von Maßnahmen im Bereich Industrie 4.0 voranzutreiben, was eine sehr positive Entwicklung darstellt. Weiterhin auffällig ist bei der Betrachtung des Jahres 2015, dass zwar alle Großunternehmen angaben sich mit Industrie 4.0 zu beschäftigen, jedoch im Vorjahresvergleich der Anteil derer, welche konkrete Maßnahmen durchgeführt haben, nur gering gestiegen war. Im Gegensatz dazu hat sich der Anteil der KMU, welche Industrie 4.0 Maßnahmen

²⁵ Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015a

²⁶ Eigene Darstellung; in Anlehnung an Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015c; S. 35

umgesetzt haben enorm erhöht. Allerdings wies die Untersuchung auch auf, dass weiterhin 35 % der befragten KMU nicht an einer Beschäftigung mit dem Thema Industrie 4.0 interessiert sind.²⁷ Es zeigt sich also, dass insbesondere Großunternehmen ein größeres Interesse an der Thematik entwickelt haben, jedoch KMU bei der Maßnahmenumsetzung deutlich aktiver sind. Dies deckt sich mit der Untersuchung des VDE, in welcher festgestellt wurde, dass insbesondere der Mittelstand als innovative Triebkraft, die Entwicklung der vierten industriellen Revolution vorantreiben wird.²⁸

Eine weitere Studie des Bitkom e.V. stellt weiterhin den aktuellen Entwicklungsstand von Industrie 4.0 dar. Der Untersuchungsgegenstand hierbei waren Unternehmen, welche bereits Technologien nutzten, die der vierten industriellen Revolution zugeordnet werden. Hierbei zeigte sich das aktuell vor allem der Maschinenbau, Hersteller von DV-, Elektronik- und Optik-Erzeugnissen, der Fahrzeugbau bzw. die Fahrzeug-Zulieferer, sowie die Metallerzeugung und -bearbeitung derzeit die meisten Anwendungen dieser Art nutzen. Insbesondere Assistenzsysteme, welche eine Prozessautomatisierung und Effizienzsteigerung mit sich bringen, machten in dieser Befragung ca. 40 % der benannten Technologien aus. Dabei zeigte sich ein breites Spektrum beim Umfang der Nutzung, welcher von einzelnen Modulen bis hin zu ganzen Produktionsanlagen reichte. Weiterhin zeigte die Studie, dass sich viele der Anwendungen noch in frühen Anwendungsstadien befanden, sodass das Ziel der Umsetzung von komplexen und stark vernetzten Produktionsmitteln zum Zeitpunkt der Untersuchung als noch nicht erfüllt angesehen werden konnte.²⁹

Der derzeitige Stand deutet also darauf hin, dass die Möglichkeiten der Industrie 4.0 Technologien und der neuen Geschäftsmodelle im Bereich der Digitalisierung bisweilen nur einen Bruchteil des eigentlichen Potenzials erreicht haben und dass Dienstleistungs- und Serviceunternehmen nicht im selben Maße von den aktuellen Entwicklungen profitieren wie das produzierende Gewerbe.³⁰

Zusammengefasst kann man den aktuellen Entwicklungsstand von Industrie 4.0 in Deutschland in ein sehr frühes Stadium einordnen, welches noch von den erklärten Zielen und Potenzialen abweicht. Gleichzeitig erkennt man jedoch abhängig von der

²⁷ Vgl. Abbildung 2

²⁸ Vgl. VDE 2015; S. 8

²⁹ Vgl. BITKOM e.V. 2016, S. 18-20

³⁰ Vgl. Ebenda

Branche ein recht hohes Entwicklungstempo, insbesondere im technologischen Bereich. Somit ist anzunehmen, dass das Fundament für die weitere Entwicklung und eine breite Durchsetzung von Industrie 4.0 vorhanden ist.

2.4 Betriebswirtschaftliche Handlungsfelder

Neue Geschäftsmodelle und Technologien erfordern auch Weiterentwicklungen im Bereich der betriebswirtschaftlichen Prozesse. Durch eine steigende Wertschöpfung und neue Fertigungsprinzipien verändern sich viele bekannte Abläufe und müssen neu ausgerichtet werden. So prognostizierte z.B. das Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung, dass, nachdem bereits von 2000 bis 2010 die Stundenproduktivität in der Industrie um ca. 15 Prozent anstieg, bei einer Durchsetzung von Industrie 4.0 ein noch stärkeres Wachstum der Leistungsfähigkeit der Unternehmen zu erwarten ist.³¹

Es wird vermutet, dass durch die Transformation 490.000 Arbeitsplätze bis 2025 verloren gehen, gleichzeitig jedoch 430.000 neue Beschäftigungsverhältnisse entstehen und der Übergang in die Dienstleistungsgesellschaft weiter voranschreitet. Es werden sich also neue Arbeitsabläufe und Tätigkeiten entwickeln, was sich auf alle betrieblichen Prozesse niederschlagen wird und in Kombination mit anderen Faktoren, wie z.B. dem demographischen Wandel, neue Modelle in der Arbeits- und Ablauforganisation erfordert. Des Weiteren entstehen durch die Nutzung neuer Technologien, einer in Echtzeit ablaufenden Kommunikation und verbesserten Möglichkeiten der digitalen Datenanalyse und -auswertung neue Potenziale bei der horizontalen und vertikalen Integration von Prozessschritten.³²

Im Bereich der horizontalen Integration bieten sich so nicht nur Möglichkeiten der Prozessoptimierung bei der Vernetzung von internen Abläufen, sondern auch aller anderen Material-, Energie- und Informationsflüsse der im Wertschöpfungsnetzwerk miteinander verbundenen Stakeholder. Die geographische Position der Partner stellt durch die dezentrale, digitale Netzwerkintegration keine Hürde dar. Durch diese Vernetzung

³¹ Vgl. Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung 2015; Seiten 62 - 63

³² Vgl. Ebenda

bündeln sich so z.B. die Informationen eines Unternehmens mit den Daten seiner Lieferanten und Kunden, wodurch prozessübergreifende Planungs-, Steuerungs- und Optimierungsvorgänge möglich werden.³³

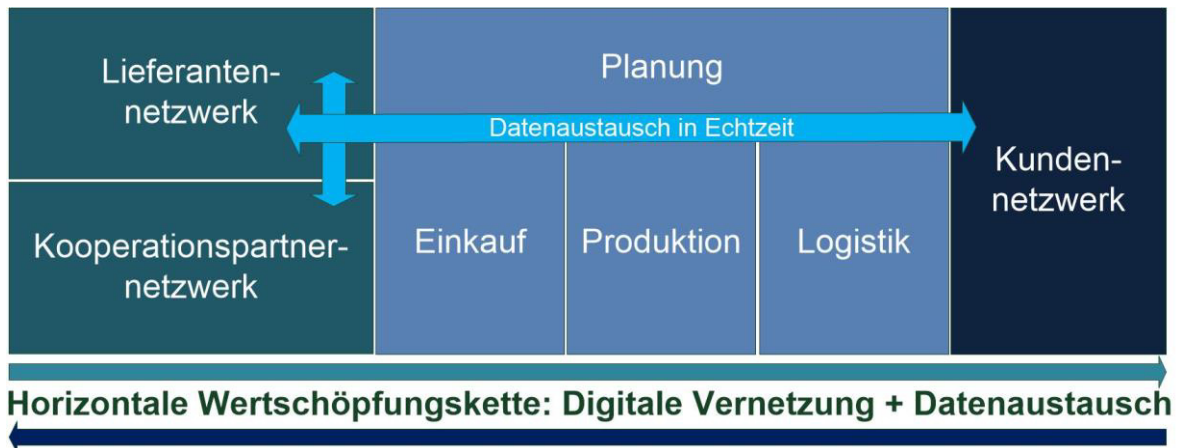


Abbildung 3 - Horizontale Integration³⁴

Die vertikale Integration wiederum erlaubt einen nahtlosen Transfer von Prozessdaten zwischen verschiedenen Hierarchiestufen eines Unternehmens, sodass die Datenverarbeitung von Informationen, welche auf der Feldebene gesammelt werden, über die übergeordneten Prozessebenen hinweg praktisch in Echtzeit erfolgen und so direkt die Steuerungsinformationen an die Anlagen zurückübermittelt werden können.³⁵

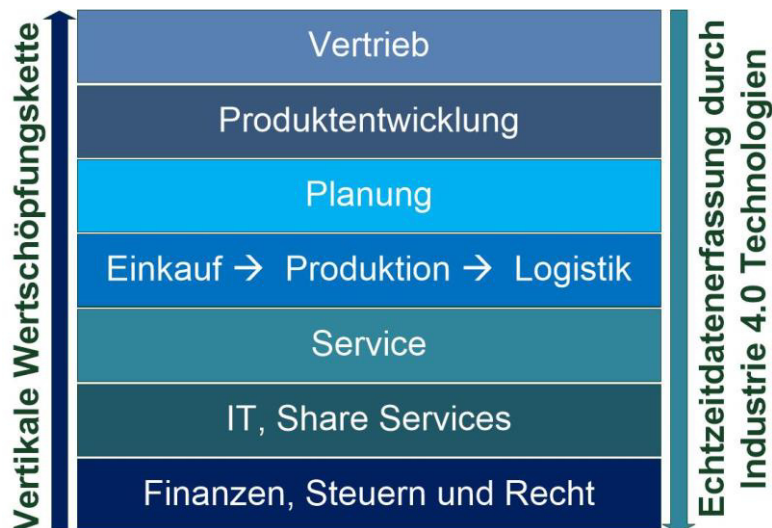


Abbildung 4 - Vertikale Integration³⁶

³³ Vgl. Plattform Industrie 4.0 2013; S. 24 und Roth 2016; S. 29

³⁴ Eigene Darstellung, in Anlehnung an PWC 2014; S. 17

³⁵ Vgl. Plattform Industrie 4.0 2013; S. 24, Roth 2016; S. 29 und Abb. 4

³⁶ Eigene Darstellung, in Anlehnung an PWC 2014; S. 17

Weiterhin steigt die Relevanz des durchgängigen, digitalen Engineerings, wodurch Lebenszyklen von Produkten und Produktionsmitteln eines Unternehmens beschrieben werden. Durch den Einsatz von digitalen Erklärungs- und Planungsmodellen können so auch komplexe Produktions-, Prozess- und Design-Entscheidungen gefällt und validiert werden.³⁷ Es zeigt sich also, dass die Prozessgeschwindigkeit in Industrie 4.0 spürbar zunehmen wird.

Neben der Nutzung der neuen Technologien, ist es wichtig Anpassungen im Bereich der Unternehmensstrategie vorzunehmen, um die neuen Wertschöpfungsstrukturen effektiv nutzen zu können. Wie bereits erläutert, spielt insbesondere der Faktor der Vernetzung von Unternehmen mit beispielsweise seinen Zulieferern und Kunden eine entscheidende Rolle um die Dynamik der modernen Wertschöpfungsprozesse überhaupt bewerkstelligen zu können.³⁸ In Bezug auf diese Veränderungen muss demzufolge auch die Strategie der Unternehmen angepasst werden, damit diese Kooperationsform funktionieren kann. Einen potenziellen Ansatz stellt hierbei die Strategie der Offenheit dar, welche die neuen Anforderungen an die Produktions- und Wertschöpfungsstrategie beschreibt. Bei der Transformation der Produktion und Wertschöpfung im Zuge der neuen Technologien rückt insbesondere der Faktor der Informationsoffenheit in den Fokus. Der Oberbegriff, welcher im Verlauf dieser Transformation zum Tragen kommt, ist die sogenannte Co-Creation, welche die Strategie der Offenheit definiert.³⁹

Bezogen auf die horizontale Wertschöpfungskette verdeutlicht dieser strategische Ansatz einen Wandel der Beziehungen der an der Produktion beteiligten Akteure durch den Einsatz von modernen digitalen Werkzeugen. So ist sehr deutlich zu erkennen, dass der Kunde in den Produktionsprozess direkt eingebunden wird und aktiver Teilhaber bei der Planung und Produktion ist. Da alle beteiligten Akteure Zugriff auf das Wissen der anderen Partner haben sollen, verkürzen sich letztlich die Planungs- und Abstimmungsprozesse. Die Grundlage bildet wiederum die digitale Vernetzung der Akteure, sowie eine schrittweise Erhöhung der Selbstorganisation und Kooperation. Dadurch sollen auch komplexe und dynamische Produktionsprozesse und eine Reaktion auf Veränderungen in Echtzeit ermöglicht werden. Dies wiederum soll helfen um

³⁷ Vgl. Roth 2016; S. 29

³⁸ Vgl. Abbildung 3

³⁹ Vgl., Abbildung 5

auf verkürzte Lebenszyklen und individualisierte Kundenanforderungen in nahezu Echtzeit reagieren zu können und dadurch die Produktion zukunftsfähig zu machen. Der Begriff Co-Creation verdeutlicht somit die zentralen Anforderungen an die Produktion im Zeitalter von Industrie 4.0, welche letztlich durch eine höhere Prozesstransparenz und eine offene Vernetzung die Potenziale der Umgestaltungen nutzbar machen werden.⁴⁰

	Traditionelle Wertschöpfung	Wertschöpfung in Netzwerken	Interaktive Wertschöpfung	Co-Creation
Strategie	Traditionelle Wertschöpfungsstrategien (z.B. Kostenführerschaft)			Strategie der Offenheit
Ort der Wertschöpfung	Fabrik	Netzwerk aus Fabriken	Fabriken/ digitale Kommunikation	digitale Kommunikationsplattform
Organisationsstruktur	Hierarchisch	Hierarchisch / Heterarchisch	Hierarchisch / Heterarchisch	Heterarchisch
Rolle der Unternehmen	Steuerung / Management des Wertschöpfungsprozesses			Mentor / Berater
Rolle des Kunden	Passiv	Passiv	Teil des Prozesses	Steuerung der Wertschöpfung
Verfügbarkeit des Wissen	Kein Wissensaustausch	Zwischen Unternehmen	Kunden und Produzenten	Beteiligung aller Akteure
Führungsrolle	Unternehmen / Produzenten			Selbstorganisation durch Akteure

Abbildung 5 - Charakteristische Merkmale industrieller Wertschöpfungsmodelle⁴¹

Auf Basis dieser Transformation der Wertschöpfungsstrategie, in Kombination mit den Technologien der vierten industriellen Revolution, lassen sich neue Produktionsformen ausgestalten. Ein Beispiel hierfür stellte z.B. das Bundesministerium für Forschung und Entwicklung auf der Basis eines mittelständigen Produktionsunternehmens auf. Die Betrachtung der Produktion zeichnet eine Abkehr von der standardisierten Massenproduktion hin zu einer individuellen Fertigung mit geringen Losgrößen dar. Als Kernelemente für den Erfolg der Umsetzung einer individualisierten und dennoch kostengünstigen Produktion wurden hierbei folgende Punkte benannt:

- Kleinteilige Standardisierung einzelner Prozessschritte
- Modularisierung,
- Rechnergestützte Modellierung
- Vernetzung
- Automatisierte, flexible Kombination⁴²

⁴⁰ Vgl. Abbildung 5 und Wulf et al. 2015b; Seite 112

⁴¹ Eigene Darstellung, in Anlehnung an Wulf et al. 2015a, Seite 111

⁴² Bundesministerium für Bildung und Forschung 2013a; Seite 14

Wichtig bei der Betrachtung dieser Punkte ist, dass die Automatisierung von Prozessen weiter voranschreiten muss, um gerade in einem Hochlohnland wie Deutschland die Produktion wettbewerbsfähig zu halten. Die zunehmende Flexibilisierung in Kombination mit der steigenden Komplexität der Aufgaben wird somit auch eine intelligente Verknüpfung von Mensch und Maschine erfordern, da es trotz gewaltiger Fortschritte in der Fertigungstechnik immer Aufgabenbereiche geben wird, welche das Eingreifen des Menschen voraussetzen. Entsprechend des Fraunhofer IAO wird daher eine intelligente Symbiose zwischen Mitarbeiter und Technik die Produktionsarbeit in Industrie 4.0 bestimmen.⁴³

Neben der Produktionsindividualisierung, soll zudem die Dezentralität der Fertigung, sowie eine hohe Flexibilität der Maschinen forciert werden. Die Dezentralität der Planung und Fertigung wird durch den Einsatz einer vernetzten Datenstruktur erreicht, sodass Anpassungen über Unternehmensgrenzen hinweg in Echtzeit durchgeführt werden können und zudem eine lückenlose Produktions- und Qualitätsüberwachung ermöglicht wird. Dadurch soll die Planung der Produktionsauslastung verbessert und eine Harmonisierung innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes erreicht werden. Der Faktor der flexiblen Maschinen ist dabei ein Anspruch an die vierte industrielle Revolution, welcher der Produktindividualisierung dient, gleichzeitig aber auch eine schnelle Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen des Marktes ermöglichen soll. Hierbei könnte z.B. durch den Einsatz eines sensorüberwachten, flexiblen Werkzeugmanagements eine spürbare Verkürzung von Rüst- und Wartungszeiten erreicht und die Anpassung der dezentralen Produktion im Netzwerk vereinfacht werden. Auch die Ergonomie für den Mitarbeiter könnte dadurch verbessert werden, da so eine individuelle Anpassung an die Bedürfnisse des jeweiligen Nutzers ermöglicht wird.⁴⁴

Letztlich gibt es noch zahlreiche weitere Beispiele, Maßnahmen und Anwendungsoptionen, welche im Kontext von Industrie 4.0 die Industrie und die unternehmerischen Prozesse beeinflussen werden. Deutlich zu erkennen ist jedoch, dass die Punkte Flexibilität, Anpassungsfähigkeit, Vernetzung, Digitalisierung und Dezentralisierung, sowie eine intelligente Symbiose zwischen Mensch und Maschine die Produktion der Zukunft prägen werden.

⁴³ Spath 2013; Seiten 52 - 53

⁴⁴ Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung 2013a; Seiten 15 - 16

2.5 Relevante Technologien

In der nahen Zukunft wird es durch Industrie 4.0 viele Veränderungen in der Unternehmenswelt geben. Themenfelder wie die Digitalisierung, die Veränderung der Wertschöpfungsnetzwerke, eine zunehmende Individualisierung der Kundenanforderungen, ein Wandel und eine Erweiterung von Geschäftsmodellen, sowie die immer stärkere Vernetzung der Produktion innerhalb von eingebetteten Systemen sollen den Erfolg dieses Transformationsprozesses nachhaltig prägen.⁴⁵ Um dies zu erreichen, ist es von entscheidender Bedeutung, dass in den Unternehmen die technologischen Voraussetzungen vorhanden sind, welche in der Zukunft die Wertschöpfung nachhaltig optimieren und aus den dafür notwendigen Investitionen den maximalen Nutzen für die jeweiligen Wertschöpfungsnetzwerke erbringen.

Ziel dieses Prozesses ist letztlich die Weiterentwicklung der klassischen Industrie hin zu Unternehmen mit einer „...effizienten, dezentral organisierten und flexiblen Produktion von Erzeugnissen oder Durchführung von Dienstleistungen.“⁴⁶ Auf beispielsweise die Produktion bezogen, wäre dies der stufenweise Übergang von der klassischen, statischen Massenfertigung zu einer kontextsensitiven, kognitiven Produktionsstruktur, letztlich sogar zu selbstoptimierenden Produktionssystemen, welche eigenständig und ganzheitlich Qualitäts- und Produktionsziele festlegen, um die Gesamtwertschöpfungskette in Echtzeit zu optimieren.⁴⁷

Nachfolgend sollen nun exemplarisch wichtige Technologiefelder der vierten industriellen Revolution beschrieben werden, um so den aktuellen Entwicklungsstand zu erläutern, sowie deren Bedeutung für die Digitalisierung der Industrie zu beschreiben.

2.5.1 Smart Factory

Weniger eine konkrete Technologie als vielmehr eine Organisationsform stellt das Thema Smart Factory, die intelligente Fabrik, einen Oberbegriff für eine vernetzte, intelligente Unternehmenswelt dar. In diesem System kommen die nachfolgend be-

⁴⁵ Vgl. Kaufmann 2015, S. 2

⁴⁶ Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015b; S.12

⁴⁷ Vgl. Bauernhansl et al. 2014; S. 62

schriebenen Technologien zur Anwendung, um die horizontale und vertikale Integration aller Prozesse innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes zu ermöglichen.⁴⁸ Somit stellt die Smart Factory eine Weiterentwicklung der Lean Production dar und ist eine Form der Verknüpfung von Produktionssystemen innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes zur lückenlosen Überwachung von Prozessschritten und der fortlaufenden Optimierung.⁴⁹

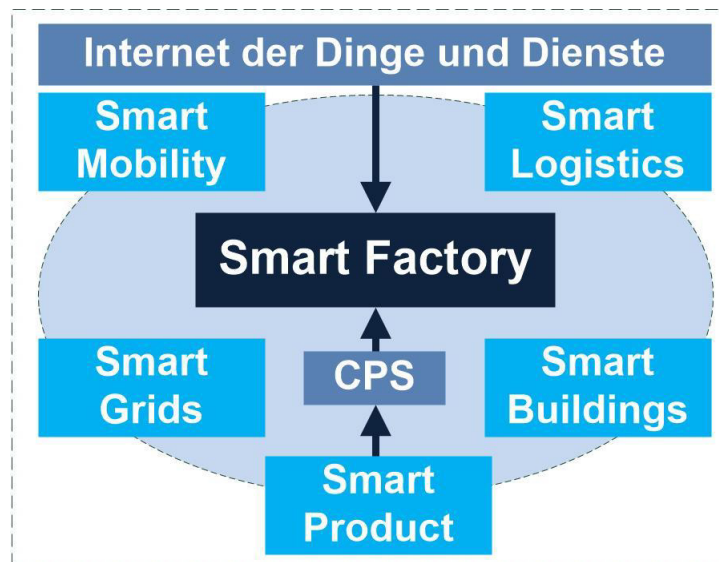


Abbildung 6 - Schnittstellen der Smart Factory zu intelligenten Infrastrukturen⁵⁰

Das Konzept der Smart Factory beschreibt eine Form der Produktionsorganisation unter Zuhilfenahme neuer Technologien und Organisationsstrukturen. Somit soll die zunehmende Komplexität durch eine digitale Vernetzung von Mensch, Maschine und dem Produkt im Rahmen des Internets der Dinge und Dienste bewältigt werden. Durch die Vernetzung mit anderen Schnittstellen wie z.B. Smart Grids, Smart Mobility, Smart Logistics oder Smart Buildings, sowie der Verwendung von eingebetteten, cyberphysischen Produktionssystemen, entsteht so eine intelligente Infrastruktur, welche es ermöglicht alle verfügbaren Informationen in die Planung und Durchführung des Fertigungsprozesses in Echtzeit einfließen zu lassen.⁵¹

Somit stellt die Smart Factory einen Überbegriff für alle Technologien dar, welche zu einer Veränderung der traditionellen Wertschöpfungsketten und zur Durchsetzung

⁴⁸ Vgl. Kagermann et al. 2013; S. 23

⁴⁹ Vgl. Sendler 2013; Seite 50

⁵⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an: Kagermann et al. 2013; S.23

⁵¹ Vgl. Abb. 6

neuer Geschäftsmodelle führen sollen.⁵² Die nachfolgend thematisierten Technologiefelder sind Teil der Smart Factory und stellen erst in der Kombination ein funktionierendes Gesamtsystem dar.

2.5.2 Sensorik und Aktorik

Die Sensorik und die Aktorik stellen in Kombination mit einer geeigneten Softwaresystemtechnik die Grundlage für die Vernetzung von Maschinen und Prozessschritten dar. So dienen Sie der Überwachung der Maschinen, der Umgebung und des Produktes selbst.⁵³ Ein Sensor stellt in der Regel ein Bauteil dar, welches eine physikalische Größe, wie beispielsweise eine Bewegung, die Temperatur oder die Luftfeuchtigkeit, misst und in eine elektrische Spannung umwandelt.⁵⁴

Die Aktorik bezeichnet die Umwandlung von elektronischen Steuersignalen in eine mechanische Bewegung oder sonstige physische Anpassung.⁵⁵ Das Technologiefeld beschreibt also Antriebselemente, welche eine automatisierte und selbständige Anpassung von Produktionsfaktoren innerhalb des Produktionsprozesses ermöglichen sollen.⁵⁶

Das Ziel von Industrie 4.0 ist es die Intelligenz der Sensorik und Aktorik soweit zu erhöhen, dass autonome Sensornetzwerke entstehen, welche durch eine Standardisierung innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes eine unternehmensübergreifende Datenerhebung und automatisierte Reaktion auf sich verändernde Parameter ermöglichen. Hierfür sind insbesondere kabellose, mit dem Internet verbundene Sensoren in der Zukunft von großer Relevanz, sowie Datensysteme, welche eine Informationsauswertung in Echtzeit und eine dezentrale Datenspeicherung ermöglichen.⁵⁷

2.5.3 Mobile Endgeräte

In der Fachliteratur zu Industrie 4.0 wird häufig das Ziel aufgezeigt, die Produktionsmittel und Anlagen dezentral und individuell steuern zu können. Durch die Nutzung von RFID-Chips und dem Internet der Dinge soll die Steuerung der Maschinen und

⁵² Vgl. Kagermann et al. 2013; S. 23

⁵³ Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015b; S.19

⁵⁴ Vgl. Andelfinger und Hänisch 2015; S. 18

⁵⁵ Vgl. Roth 2016; S. 28

⁵⁶ Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015b; S. 19

⁵⁷ Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015c; S. 26-27

Anlagen nicht mehr von der Präsenz eines Mitarbeiters abhängig sein und gleichzeitig Möglichkeiten geschaffen werden ortsunabhängig alle relevanten Informationen des gesamten Wertschöpfungsnetzwerkes in der benötigten Granularität abzurufen, um so in Echtzeit Veränderungen zu planen und durchzuführen. Für die ortsunabhängige Nutzung und Steuerung durch den Menschen sind somit mobile, internetfähige Endgeräte von großer Relevanz.⁵⁸

Die Nutzung mobiler Endgeräte wie Smartphones und Tablets ist somit für das Echtzeitmanagement in allen Unternehmensbereichen von Bedeutung, stellt im Rahmen von Industrie 4.0 eine wichtige Komponente bei der digitalen Verknüpfung von Mensch und Maschine dar und bietet dem Betriebspersonal einen schnellen Zugang zu den Daten des CPS.⁵⁹ Im Rahmen von Industrie 4.0 soll dieses Technologiefeld demnach genutzt werden um eine nahtlose Vernetzung von den übergeordneten strategischen Hierarchieebenen bis hin zur Feldebene zu ermöglichen. Besonders auf den nachgelagerten Ebenen sollen diese Geräte somit genutzt werden um z.B. die Wartung und Instandhaltung von Produktionsanlagen zu optimieren.⁶⁰

Für den erfolgreichen Einsatz ist es jedoch wichtig, dass die mobilen Endgeräte uneingeschränkt mit der IKT eines Unternehmens oder eines Wertschöpfungsnetzwerkes verknüpft werden können und sich gleichzeitig dynamisch an die jeweiligen menschlichen Bedürfnisse anpassen.⁶¹

2.5.4 Radio-frequency-identification

Die Radio-frequency-identification Technologie, bekannter unter der Kurzform RFID, wird häufig als technologische Grundlage für Industrie 4.0 und den Aufbau der Smart Factory bezeichnet. RFID stellt hierbei eine Technologie dar, welche es ermöglicht physische Objekte mit Hilfe von Lesegeräten anhand von elektromagnetischen Wellen zu identifizieren.⁶² Dadurch ist es möglich automatisch und berührungslos Informationen über den Zustand eines Objekts, wie z.B. die Position oder den Abnutzungsgrad

⁵⁸ Vgl. Roth 2016; S. 39 - 40

⁵⁹ Vgl. Bauernhansl et al. 2014; S. 482

⁶⁰ Vgl. Roth 2016; S. 225

⁶¹ Vgl. Bauernhansl et al. 2014; S. 535

⁶² Vgl.- Geisberger und Broy 2012; S. 254

von Bauteilen, Produkten oder Werkzeugen zu überwachen und gleichzeitig in den jeweiligen Informationssystemen des Datennetzwerkes zu verarbeiten.⁶³

Im Kontext von Industrie 4.0 ist RFID gegenüber anderen Identifikationsmethoden von größerer Bedeutung, da die Erkennung, anders als beispielsweise beim Barcodeverfahren, ohne optischen Sichtkontakt erfolgen kann, deutlich mehr Merkmale gespeichert werden können und zudem die Möglichkeit besteht direkt am Objekt Informationen zu hinterlegen.⁶⁴ Als Anwendungsfeld kommt diese Technologie beispielsweise auch im Rahmen der Lokalisierung von mobilen Fabrikobjekten wie Werkzeugen oder Bauteilen zum Einsatz, welche so eindeutig identifiziert werden können.⁶⁵

Grundvoraussetzung für die sinnvolle Verwendung einer RFID-Infrastruktur ist, neben einer kompatiblen Hardwarekombination, bestehend aus dem Transponder am Objekt, dem Lesegerät und dem Informationssystem, vor allem ein den Anforderungen entsprechendes Datenmanagement, welches es ermöglicht die großen entstehenden Datenmengen zu bewältigen und Möglichkeiten zur Sicherung der Daten, z.B. durch eine Verschlüsselung, bietet.⁶⁶

Im Rahmen von Industrie 4.0 kommt ergänzend die Notwendigkeit einer unternehmensübergreifenden Kompatibilität der verwendeten Technologien hinzu, da sich sonst eine lückenlose Zusammenarbeit von Partnern innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes nicht gewährleisten lässt.⁶⁷ Durch diese Technologie soll eine Lokalisierung, Überwachung, Steuerung, Autorisierung, Identifikation, Dokumentation und Authentifikation von Prozessen in Echtzeit umgesetzt werden, um z.B. in der Logistik eine Optimierung der Liefer- und Produktionsnetzwerke und die Nutzung von Real-Time-Location-Systems zu ermöglichen.⁶⁸

2.5.5 Big Data

Die vernetzte Industrie und die dazugehörigen Maschinen werden durch die Einbindung in cyber-physische Systeme und das Internet der Dinge, sowie durch den Einsatz

⁶³ Vgl. Bauernhansl et al. 2014; S. 252

⁶⁴ Vgl. Tamm und Tribowski 2010; S. 24

⁶⁵ Vgl. Westkämper et al. 2013; S. 264

⁶⁶ Vgl. Tamm und Tribowski 2010; S. 13, S. 25 und S. 93 ff.

⁶⁷ Vgl. Ebenda; S. 99

⁶⁸ Vgl. Roth 2016; S.

von Sensoren, usw. in die Lage versetzt sich selbst zu überwachen. Dadurch entstehen gewaltige Datenmengen, welche es zu speichern und im Idealfall auch sinnvoll aufzubereiten gilt. In der Literatur findet sich hierfür der Begriff Big Data, welcher einen Oberbegriff für die Bewältigung dieser gewaltigen Datenmengen darstellt.⁶⁹

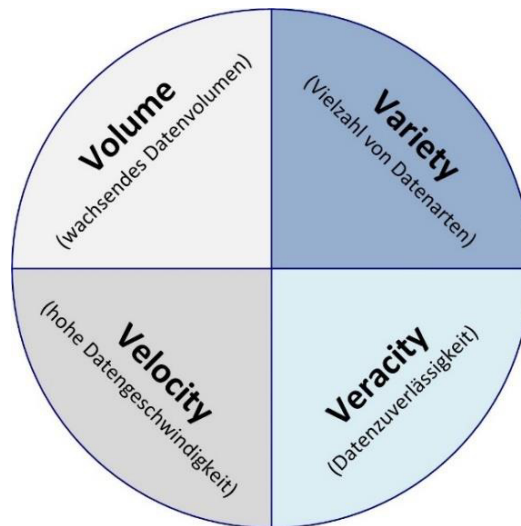


Abbildung 7 - V-Modell Big Data⁷⁰

Der Begriff Big Data wurde in den letzten Jahren vor allem durch die GARDNER INC. und IBM durch das sogenannte V-Modell definiert und geprägt. Big Data definiert sich ausgehend von diesem Modell als Sammelbegriff für das gewaltig zunehmende Datenvolumen, die wachsende Vielzahl von verschiedenen Datenarten und -quellen, sowie die exponentiell steigende Geschwindigkeit der Datenströme und des Datenwachstums. Weiterhin steht der Faktor der Datenzuverlässigkeit im Zentrum des Begriffs von Big Data, sodass trotz einer Datenherkunft aus verschiedenen Informationszuflüssen immer die Validität dieser gewährleistet sein soll, um den Faktor der Datenunsicherheit auf ein Minimum zu reduzieren. Dadurch soll es möglich sein auch bei einer hohen Anzahl von integrierten Datenquellen dennoch eine sichere Datenbasis für strategische und operative Entscheidungen zu generieren.⁷¹

Die Anwendungsbereiche für die Datenerhebung und Nutzung sind sehr vielfältig und von Branche zu Branche unterschiedlich. Ein bekanntes Nutzungsfeld stellt in der heutigen Zeit die Verwendung im Rahmen von Kundenanalysen dar. So werden aktuell im

⁶⁹ Vgl. Bauernhansl et al. 2014; S. 44

⁷⁰ Vgl. Eigene Darstellung; in Anlehnung an Gartner Inc. 2013; Gesellschaft für Informatik 2013; IBM 2013

⁷¹ Vgl. Abbildung 7 und Gesellschaft für Informatik 2013

Bereich der Produktentwicklung die gesammelten Daten ausgewertet, um auf dieser Basis die Bedürfnisse, Wünsche und Anforderungen des Abnehmers zu identifizieren. Auf dieser Grundlage wird beispielsweise anschließend die eigentliche Produktentwicklung durchgeführt.⁷² Weitere Einsatzbereiche sind z.B.:

- die Nutzung der Daten für Experimente und Analysen in Echtzeit
- die Personalisierung von Produkten, Services und Marketingmaßnahmen
- die Beschleunigung von Produkt- und Servicesinnovationen
- die Automatisierung von Planungs- und Entscheidungsprozessen⁷³

Um diese Einsatzbereiche sinnvoll umzusetzen ist es entscheidend, dass die Durchlässigkeit der Daten über die Grenzen des Unternehmens hinweg durch eine Standardisierung und Normung der Speicherregeln und -strukturen gewährleistet ist, da erst so die vollen Potenziale genutzt werden können und eine Kooperation mit den in- und externen Stakeholdern nahtlos funktioniert.⁷⁴ Weitere wesentliche Punkte in Bezug auf die Anforderungen an die Datenaufarbeitung sind:

- eine kontinuierliche Qualitätssicherung
- das Aufstellen von sinnvollen Aggregationsregeln (*Daten für die automatisierte Nutzung vorbereiten*)
- der Schutz der aggregierten Daten vor unbefugtem Zugriff (*Schutz vor Industriespionage*)
- die Beachtung von Datenschutzrichtlinien (*Schutz des Arbeitnehmers*)
- die Bereitstellung von Ressourcen für die sinnvolle Datennutzung (z.B. *bei der Simulation von Produktionsprozessen*)
- die Möglichkeit der Integration von externen Quellen (z.B. *aus sozialen Netzwerken*)⁷⁵

Es zeigen sich also viele Handlungsfelder, welche es beim Aufbau und der Verwendung von Big Data zu beachten gilt. Gerade beim Übergang von der klassischen Produktion zur Produktion 4.0 ist es daher erforderlich, dass die transformationswilligen

⁷² Vgl. Bloching et al. 2015; Seite 154

⁷³ Vgl. King 2014; S. 63 - 68

⁷⁴ Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015f; S. 40ff.

⁷⁵ Vgl. Bauernhansl et al. 2014; S. 549

Unternehmen frühzeitig beginnen in diesem Bereich das benötigte technologische Knowhow durch die Anwerbung von Spezialisten, sowie durch Schulungen der eigenen Mitarbeiter aufzubauen, um die Maßnahmen für die neuen Geschäftsmodelle auch tatsächlich umsetzen zu können.⁷⁶

2.5.6 Cloud-Technologien

Durch die zunehmende Vernetzung, den Einsatz von cyberphysischen Produktionssystemen und der wachsenden Bedeutung des Faktors Flexibilität, hat die Relevanz von Cloud-Technologien zugenommen. Hinter diesem Begriff verbergen sich dezentrale, virtuelle IT-Dienstleistungen und Ressourcen, z.B. Datenspeicher oder Rechnerkapazität, welche durch Dienstleister zur Verfügung gestellt werden.⁷⁷

Da durch die Flexibilisierung der Produktionsgrößen Schwankungen bei den benötigten Ressourcen auftreten, wird die Cloud als kosteneffiziente Alternative zum Aufbau einer, ggf. häufig nicht ausgelasteten, eigenen Dateninfrastruktur angesehen. So bieten die Cloud-Dienstleister die Möglichkeit, schnell die Ressourcen oder Dienste zu buchen, welche zum jeweiligen Zeitpunkt benötigt werden, wodurch die Bindung von Kapital reduziert wird und Leistungsspitzen abgefangen werden können. Weiterhin ergeben sich durch die Dezentralität der Hardware, das Internet und durch mobile Endgeräte weitere Vorteile, da so ein Datenzugriff unabhängig vom Standort ermöglicht wird.⁷⁸ Das Cloud-Computing bietet eine Möglichkeit den Aufbau von Industrie 4.0 Strukturen zu unterstützen, da durch das Outsourcing zügig die erforderliche Rechenleistung, sofern ein Breitbandinternetanschluss zur Verfügung steht, genutzt werden kann.⁷⁹ Somit stellen die Cloud-Dienste eine wesentliche Technologie gerade für die Startphase des Transformationsprozesses der Industrie dar.

2.5.7 Eingebettete Systeme

Aufbauend auf den bereits beschriebenen Technologiefeldern stellen die eingebetteten Systeme, häufig auch als cyber-physische Systeme bezeichnet, das technologische Grundgerüst von Industrie 4.0 dar. Diese umfassen „*eingebettete Systeme, also*

⁷⁶ Vgl. Kaufmann 2015; S. 40

⁷⁷ Vgl. Kagermann et al. 2013; S. 84

⁷⁸ Vgl. IBM 2015 und Westkämper et al. 2013; S. 305

⁷⁹ Vgl. Roth 2016; Seite 55

Geräte, Gebäude, Verkehrsmittel und medizinische Geräte, aber auch Logistik-, Koordinations- und Managementprozesse sowie Internet-Dienste, die:

- mittels Sensoren unmittelbar physikalische Daten erfassen und mittels Aktoren auf physikalische Vorgänge einwirken,*
- Daten auswerten und speichern sowie auf dieser Grundlage aktiv oder reaktiv mit der physikalischen und der digitalen Welt interagieren*
- mittels digitaler Netze untereinander verbunden sind, und zwar sowohl drahtlos als auch drahtgebunden, sowohl lokal als auch global*
- weltweit verfügbare Daten und Dienste nutzen,*
- über eine Reihe multimodaler Mensch-Maschine-Schnittstellen verfügen, also sowohl für Kommunikation und Steuerung differenzierte und dedizierte Möglichkeiten bereitstellen, zum Beispiel Sprache und Gesten.“⁸⁰*

Durch diese Eigenschaften entstehen Möglichkeiten zur Nutzung neuartiger Funktionen, insbesondere bei der Weiterführung zu cyberphysischen Produktionssystemen und -plattformen, welche letztlich eine unternehmensübergreifende, durchgängige Betrachtung einer Produktion, der Anlagen und der Ressourcen ermöglichen sollen.⁸¹ Die eingebetteten Systeme sollen dazu dienen, die horizontale Integration innerhalb der Unternehmensnetzwerke zu realisieren, die Durchgängigkeit des Engineerings zwischen allen Beteiligten des Wertschöpfungsnetzwerkes zu ermöglichen und somit zu vollständig vernetzten Produktionssystemen führen.⁸²

2.5.8 Maschine zu Maschine Kommunikation

Durch den Einsatz von mobilen Endgeräten, Big Data und eingebetteten Systemen bieten sich für die Kommunikation von Mensch und Maschine viele neue Möglichkeiten und Ansatzpunkte. Da die Automatisierung von Prozessen jedoch von nicht minder großer Bedeutung ist, erhöht sich auch die Bedeutung der selbstständigen Kommunikation der Produktionsanlagen. Die gängige Abkürzung M2M steht hierbei für „Ma-

⁸⁰ Geisberger und Broy 2012; S. 22

⁸¹ Vgl. Kagermann et al. 2013; S. 84

⁸² Vgl. Westkämper et al. 2013; S. 88

chine to Machine“ und beschreibt die Technologien, welche einen automatisierten Datenaustausch von physischen und virtuellen Maschinen ermöglichen.⁸³ Durch die Vernetzung und den Einsatz von selbstlernenden Algorithmen können so Diagnose-, Optimierungs- und Konfigurationsmaßnahmen automatisiert ablaufen, wodurch komplexe Aufgaben beherrschbar und die beteiligten Menschen entlastet werden.⁸⁴

2.5.9 Weitere Technologien

Neben den dargestellten Technologien gibt es zahlreiche weitere Elemente, welche die Produktion innerhalb von Industrie 4.0 prägen werden. Die nachfolgende Darstellung des BMWi fasst die wesentlichen Technologiefelder von I4.0 noch einmal grundlegend zusammen und bietet einen Überblick über die elementaren Bestandteile der digitalen Produktion. Die große technologische Breite verdeutlicht, dass eine eindeutige Identifikation von Industrie 4.0 Technologien sehr schwierig ist und erst eine Kombination der verschiedenen Bausteine die technologische Grundlage der vierten industriellen Revolution schafft.



Abbildung 8 - Technologiefelder von Industrie 4.0⁸⁵

⁸³ Vgl. Glanz und Büsgen 2013; S. 15

⁸⁴ Vgl. Bauernhansl et al. 2014; S. 173

⁸⁵ Eigene Darstellung; in Anlehnung an Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015a, S. 22

3 Zum klassischen Controlling

In diesem Kapitel erfolgt die Beschreibung der Grundlagen des aktuellen Controllings als Basis für die Darstellung der Veränderung der Prozesse im Rahmen von Industrie 4.0. Ziel ist es die wesentlichen Elemente dieser betriebswirtschaftlichen Disziplin zu erörtern und im weiteren Verlauf der Arbeit auf die relevanten Transformationsprozesse zu übertragen.

3.1 Die Begriffe des Controllings und Controllers

Die betriebswirtschaftliche Teildisziplin des Controllings hat sich in den letzten Jahren, sowohl in der Theorie, als auch in der Praxis stark weiterentwickelt, seit es sich aus den Grundlagen des internen Rechnungswesens herausgebildet hat und ist in der modernen Unternehmenspraxis untrennbar mit der Grundfunktion der Unternehmensführung verbunden.⁸⁶

Während das Controlling sich in der Praxis schrittweise an den neuen Erfordernissen orientierte, entstand die Controlling Wissenschaft als Reaktion auf die zunehmende Bedeutung in den 1960ziger Jahren als eigenständige Disziplin der Wirtschaftswissenschaften. Die Verknüpfung zu den Erfordernissen der Praxis blieb dabei in den wesentlichen Kernbereichen erhalten.⁸⁷ Parallel zu der Entwicklung innerhalb der Wirtschaftswissenschaften hat sich die Aufgabe des Controllings in der Praxis seit den 1990ziger Jahren von den ursprünglichen Funktionen der Datensammlung und -aufbereitung, hin zu einer beratenden Funktion im Rahmen des Planungs- und Steuerungsprozesses weiterentwickelt.⁸⁸

Definieren lässt sich der vom englischen „to control“ abgeleitete Begriff des Controllings auf dieser historischen Basis als *„modernes Konzept der Unternehmenssteuerung, das die Funktionen der Planung, Information, Analyse / Kontrolle und Steuerung einschließt.“*⁸⁹ Es hat die Aufgabe die unternehmerischen Maßnahmen so zu steuern,

⁸⁶ Vgl. Becker und Ulrich 2016; S. 3

⁸⁷ Vgl. Schäffer 2013; S. 295-297

⁸⁸ Vgl. Horváth 2015; S. 10

⁸⁹ Schröder 2003; S. 23

dass die Ziele der Unternehmung erreicht werden. Diese Steuerungsaufgaben setzen sich hierbei aus Planungs- und Kontrollaufgaben zusammen. Daraus ergibt sich die grundlegende Aufgabe des Controllers, welcher die Steuerungsinstrumente hierfür bereitstellen soll.⁹⁰

Da im Laufe der Entwicklung zahlreiche Funktionen die Bandbreite des Controllings stark erweiterten, ist eine eindeutige Abgrenzung des Begriffs schwer möglich.⁹¹ Im Rahmen dieser Arbeit wird die Definition nach PREIßLER daher als Grundlage aufgegriffen, da diese die Aufgaben dieser betriebswirtschaftlichen Teildisziplin in den Vordergrund rückt, was insbesondere bei der Betrachtung der Veränderungsprozesse relevant ist. PREIßLER definiert Controlling als *„...ein funktionsübergreifendes Steuerungsinstrument, das den unternehmerischen Entscheidungs- und Steuerungsprozess durch zielgerichtete Informationener- und -verarbeitung unterstützt. Der Controller sorgt dafür, dass ein wirtschaftliches Instrumentarium zur Verfügung steht, das vor allem durch systematische Planung und der damit notwendigen Kontrolle hilft, die aufgestellten Unternehmungsziele zu erreichen. Inhalt der Zielvorhaben können alle quantifizierbaren Werte des Zielsystems sein.“*⁹²

Der Begriff des Controllers wurde 1996 durch die INTERNATIONAL GROUP OF CONTROLLING im Rahmen eines Leitbildes festgesetzt, welches auf einer aufgabenorientierten Definition des Controllings basiert. Gemäß der IGC lautet dieses Leitbild wie folgt: *„Controller gestalten und begleiten den Management-Prozeß der Zielfindung, Planung und Steuerung und tragen damit Mitverantwortung für die Zielerreichung. Das heißt:*

- *Controller sorgen für Strategie-, Ergebnis-, Finanz-, Prozeßtransparenz und tragen somit zu höherer Wirtschaftlichkeit bei.*
- *Controller koordinieren Teilziele und Teilpläne ganzheitlich und organisieren unternehmensübergreifend das zukunftsorientierte Berichtswesen.*
- *Controller moderieren und gestalten den Management-Prozeß der Zielfindung, der Planung und der Steuerung so, daß jeder Entscheidungsträger zielorientiert handeln kann.*

⁹⁰ Vgl. Schröder 2003; S. 24

⁹¹ Vgl. Preißler 2014, S. 2

⁹² Ebenda

- *Controller leisten den dazu erforderlichen Service der betriebswirtschaftlichen Daten- und Informationsversorgung.*
- *Controller gestalten und pflegen die Controllingsysteme.*
- *Controller sind die internen betriebswirtschaftlichen Berater aller Entscheidungsträger und wirken als Navigator zur Zielerreichung.*⁹³

Aufbauend auf dieser Begriffsbestimmung gilt es nun die Aufgaben und Prozesse des Controllings zu definieren, um im weiteren Verlauf auf dieser Basis die Veränderungen im Rahmen der vierten industriellen Revolution zu erläutern.

3.2 Aufgaben und Prozesse des Controllings

Für die Funktionen und Aufgaben des Controllings lassen sich abhängig von der entsprechenden Abgrenzung in der Literatur verschiedene Sachbereiche identifizieren. Eine Möglichkeit die Aufgaben des Controllings darzustellen, liefert der Internationale Controlling Verein, welcher durch die Definition von sieben Hauptprozessen und drei Nebenprozessen eine praxisorientierte Variante der Strukturierung aufzeigt.⁹⁴



Abbildung 9 – Controllingprozesse nach ICV⁹⁵

⁹³ International Group of Controlling 2010; Vorwort

⁹⁴ Vgl. Abb. 9

⁹⁵ Eigene Darstellung; In Anlehnung an Lehmann 2011, S. 21 und Gleich et al. 2016, S. 67

Dementsprechend sind es die strategische Planung, die operative Planung und Budgetierung, das Erstellen von Forecasts, die Erstellung von Kosten-, Leistungs- und Ergebnisrechnungen, das Management Reporting, das Projekt- und Investitions-Controlling, sowie das Risikomanagement, welche die Hauptaufgaben des Controllings ausmachen. Ergänzt werden diese durch die drei Nebenprozesse des Funktionscontrollings, der beratenden Funktion des Controllers und der Aufgabe der kontinuierlichen Weiterentwicklung der relevanten Instrumente.⁹⁶ Die Bausteine bauen hierbei aufeinander auf und bilden somit eine hierarchische Prozessstruktur.⁹⁷

3.2.1 Die strategische und operative Planung

Die strategische Planung bzw. das strategische Controlling stellt die erste Hierarchiestufe dar. Die Aufgabe besteht hierbei darin die Formal-, Sach-, und Sozialziele einer Unternehmung in eine strategische Planung zu überführen, welche als Ausgangspunkt für die nachgelagerten Controlling-Prozesse dient.⁹⁸ Konkretisiert lauten die Hauptfunktionen des strategischen Controllings z.B. nach AMANN und PETZHOLD wie folgt:⁹⁹

- *Koordination der einzelnen Unternehmensstrategien, der Planungen der einzelnen Unternehmensbereiche, sowie der strategischen und operativen Planung*
- *Aufbau und Durchführung von strategischen Kontrollen und Nutzung von Früherkennungs- und Frühwarnsystemen*
- *Durchführung der Abweichungsanalyse im unternehmensexternen wie unternehmensinternen Bereich als Basis für operative Entscheidungen*
- *Zielbezogene Steuerung des Unternehmens durch das Aufzeigen von Korrekturpotenzialen im Planungsprozess“⁹⁹*

Bei der strategischen Planung gilt es im Vorfeld durch strategische Analysen, wie z.B. Markt- und Wettbewerbsanalysen, die relevanten internen und externen Einflussfaktoren zu identifizieren und zu bewerten, um somit eine Ausgangsbasis für die eigentliche

⁹⁶ Vgl. Abbildung 8

⁹⁷ Vgl. Lehmann 2011, 19

⁹⁸ Vgl. Baum et al. 2013, S. 12-13

⁹⁹ Amann und Petzold 2014; S. 119

Planung der Strategie zu erhalten.¹⁰⁰ Als Planungshorizont werden in der Literatur hierbei häufig Zeitspannen von fünf bis zehn Jahren angesetzt, wodurch die Planung stets einen hohen Unsicherheitsfaktor besitzt und dementsprechend einer kontinuierlichen Kontrolle und Anpassung bedarf.¹⁰¹ Die klassische strategische Planung kann somit als gesamtunternehmensbezogene, quantitative, stark abstrahierte Stufe des Controllings charakterisiert werden, welche einen großen Planungsumfang bei geringen Detailgrad aufweist.¹⁰²

Die Instrumente, welche hierbei zum Einsatz kommen, sind z.B. die strategische Umsatzplanung, die Balance Scorecard und das Benchmarking.¹⁰³ Diese bauen auf den Daten der Analysen der externen Unternehmensumwelt auf und besitzen die Hauptaufgabe die Erfolgspotenziale und Kernkompetenzen einer Unternehmung zu erfassen und zu quantifizieren.¹⁰⁴

Die strategische Umsatzplanung, häufig auch als Absatzplanung bezeichnet, dient hierbei der Prognose der möglichen Absatzmengen und -preise, was auf der Basis von vergangenheitsbezogenen Werten wie dem Marktvolumen, dem individuellen Marktanteil, sowie den Marktwachstumsfaktoren geschieht.¹⁰⁵ Die Balance Scorecard wiederum stellt ein Instrument dar, welches als strategisches Managementinstrument der Organisation der Strategieumsetzung dient. Somit können konkrete Ziele aus den vier hierfür vorgesehenen Perspektiven aufgestellt werden. Berücksichtigt werden dabei die Kundenperspektive, die finanzielle Perspektive, die prozessbezogene Perspektive, sowie die Lern- und Innovationsperspektive. Durch die Vernetzung der einzelnen Aspekte, unter Berücksichtigung der jeweiligen Kennzahlen, können so ganzheitliche Pläne erstellt werden.¹⁰⁶

Das Benchmarking stellt letztlich ein Instrument zum Vergleich relevanter Funktionsbereiche innerhalb eines Unternehmens mit einem Vergleichsmaßstab, z.B. mit einem

¹⁰⁰ Vgl. Lehmann 2011, S. 23

¹⁰¹ Vgl. Weber und Schäffer 2014, S. 358 -359 und Hubert 2016, S. 60

¹⁰² Vgl. Küpper et al. 2013, S. 136

¹⁰³ Vgl. Hubert 2016; S. 180ff.

¹⁰⁴ Vgl. Amann und Petzold 2014, S. 51

¹⁰⁵ Vgl. Hubert 2016, S.181

¹⁰⁶ Vgl. Schröder 2003, S. 748 - 750

Wettbewerber mit ähnlichen Spezifikationen, dar. Durch diesen Vergleich sollen Optimierung- und Rationalisierungspotenziale aufgezeigt werden. Wie bei den beiden zuvor benannten Instrumenten, stellt jedoch die Datenbeschaffung ein entscheidendes Problem bei diesem Verfahren dar. Somit zeigt die Betrachtung der Instrumente der klassischen strategischen Planung, dass durch die Verwendung von Vergangenheitswerten, der Ungenauigkeit der Prognosen, sowie durch Probleme bei der Datenbeschaffung stets große Unsicherheitspotenziale entstehen.¹⁰⁷

An die strategische Planung schließt sich die operative Planung und Budgetierung an, welche die Ziele des strategischen Controllings aufgreifen und auf deren Basis kurze bis mittelfristige Ziele, sowie die relevanten ertrags- und liquiditätsbezogenen Steuerungsmaßnahmen der Unternehmung und seiner Bereiche generieren.¹⁰⁸ Als Zeithorizont für die operative Planung wird im klassischen Controlling in der Regel von einem maximalen Planungshorizont von einem Jahr ausgegangen.¹⁰⁹ Die Kernaufgaben des operativen Controllings lauten nach AMANN und PETZHOLD wie folgt:

- Steuerung der Budgets für die quantitativen Unternehmensziele
- kontinuierliche Überprüfung der Zielerreichung in festen Intervallen
- Analyse von Zielabweichungen
- Prognose der Zielerreichung innerhalb des Planungshorizont
- Planung von Gegensteuerungsmaßnahmen bei Zielabweichungen¹¹⁰

Die Planung der Maßnahmen zur Erfüllung der Sach- und Formalziele der Unternehmung werden hierbei von der strategischen Planung abgeleitet und entsprechend in detaillierte Teilpläne überführt. Die Einzelpläne wiederum werden individuell für den jeweiligen Fachbereich oder Prozess angepasst und weisen einen deutlich höheren Detailgrad auf.¹¹¹

Eingebettet in diesen Planungsprozess ist der Prozess der Budgetierung, welcher aus der langfristigen Investitionsplanung und der operativen, kurzfristigen Finanzplanung

¹⁰⁷ Vgl. Hubert 2016, S. 199

¹⁰⁸ Vgl. Lehmann 2011, S. 26

¹⁰⁹ Vgl. Hubert 2016, S. 43 und Weber und Schäffer 2014, S. 246

¹¹⁰ Vgl. Amann und Petzold 2014; S. 155

¹¹¹ Vgl. Vgl. Lehmann 2011, S. 26 und Jung 2011; 371

besteht. Dieser Prozess besitzt die Aufgabe die Zielvorgaben zu quantifizieren.¹¹² Die Budgetierung erfolgt im klassischen Controlling im Regelfall periodisch oder projekt- bzw. prozessbezogen und dient der möglichst genauen Zuordnung von Kosten zu einer Kostenstelle innerhalb einer Unternehmung.¹¹³



Abbildung 10 - Gegenstromverfahren¹¹⁴

Die Daten für den operativen Planungs- und Budgetierungsprozess werden im Regelfall aus den vergangenen Geschäftsperioden herangezogen, können einen starren oder flexiblen Handlungsrahmen darstellen und bieten entsprechend des gewählten Verfahrens die Möglichkeit die nachgeordneten Funktionsbereiche mehr oder weniger aktiv in den Prozess der Finanzplanung zu integrieren.¹¹⁵ Die Integration ist vor allem dann von Bedeutung wenn neben den Vergangenheitswerten auch die aktuellen Absatz- und Produktionspläne berücksichtigt werden sollen, um somit die Planung zu vervollständigen.¹¹⁶ In der Praxis findet vor allem das Gegenstromprinzip hierbei Anwendung, da dieses Verfahren die Möglichkeit bietet die Zielstellungen der Unternehmensführung und der strategischen Planung mit den Teilplänen der nachgeordneten Bereiche abzustimmen.¹¹⁷

¹¹² Vgl. Horváth 2015; S. 129

¹¹³ Vgl. Jung 2011, S. 385

¹¹⁴ Eigene Darstellung, In Anlehnung an Horváth 2015, S. 123

¹¹⁵ Vgl. Amann und Petzold 2014, S. 143ff und Abb. 10

¹¹⁶ Vgl. Hubert 2016, S. 384

¹¹⁷ Vgl. Amann und Petzold 2014, S. 143ff und Abb. 10

Die weiteren Aufgaben dieses Controlling-Prozesses liegen in der operativen Steuerung, Informationsbereitstellung und Kontrolle der in den Plänen vorgegebenen Maßnahmen. So ist es erforderlich durch eine kontinuierliche Analyse des Zielerreichungsgrades Abweichungen zu identifizieren und mit entsprechenden Maßnahmen auf diese zu reagieren. Anwendung im Rahmen dieser Planfortschrittskontrolle findet im klassischen Controlling der Soll-Ist-Vergleich, mit dessen Hilfe sich verschiedene Kontrollgrößen vergleichen und überprüfen lassen. Die dabei entstehenden Informationen gilt es wiederum für die jeweiligen Anspruchsgruppen aufzubereiten und zweckorientiert dem jeweiligen Adressaten zur Verfügung zu stellen.¹¹⁸

Die Aufgabenbereiche und Instrumente der strategischen und operativen Planung könnten noch deutlich genauer beschrieben und dargestellt werden, da die Prozesse eine gewaltige Komplexität aufweisen. Auffällig ist jedoch, dass im aktuellen Controlling vor allem der vergangenheitsorientierte Faktor, sowie das Problem der mangelnden Granularität der Daten häufig zum Tragen kommt. Im Rahmen der digitalen Transformation der Industrie werden jedoch deutlich genauere Informations- und Entscheidungsgrundlagen benötigt, sodass sich bereits aus diesen Punkten potenzielle Handlungsfelder ergeben.

3.2.2 Die weiteren Controlling-Hauptprozesse

Als Element der modernen Budgetierung hat sich das Forecasting als Controlling Hauptprozess im Modell des IGC etabliert.¹¹⁹ Somit stellt dieses Element eine Ergänzung im Rahmen des modernen Budgetierungsprozesses dar.¹²⁰ Ziel ist es frühzeitig Daten und Informationen über potenzielle zukünftige Abweichungen zu sammeln, um zügig Anpassungen innerhalb der Teilbudgets vornehmen zu können. Dabei fließen alle verfügbaren Daten der Unternehmensumwelt und der zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung ein, um daraus eine Prognose, unter der Berücksichtigung von Simulations- und Szenario-Betrachtungen, abzuleiten und in den Kontext zu den verfügbaren finanziellen und sachlichen Informationen zu stellen.¹²¹

¹¹⁸ Vgl. Jung 2011, S. 371-372

¹¹⁹ Vgl. Abb. 9

¹²⁰ Vgl. Horváth 2015, S. 134

¹²¹ Vgl. Lehmann 2011, S. 28

Grundlage für den Forecast stellt ein monatlicher Plan-Ist-Vergleich der relevanten Kontrollgrößen dar, welcher durch eine Hochrechnung für das weitere Geschäftsjahr ergänzt wird. So sollen zeitnah Planabweichungen festgestellt und aktiv Gegensteuerungsmaßnahmen ermöglicht werden.¹²² Für die aktive Unternehmenssteuerung ist es erforderlich, dass der Forecast die Effekte einer negativen Entwicklung aufzeigt, falls keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Problematisch ist jedoch, dass die zukünftigen Daten meist nicht hinreichend genau sind, sodass die Anpassungsmaßnahmen eine Fehleranfälligkeit aufweisen können.¹²³

Die Kosten-, Leistungs-, und Ergebnisrechnung, welche in der Fachliteratur eher dem internen Rechnungswesen zugerechnet wird, dient vorrangig der Planung, Steuerung und Kontrolle des Betriebsgeschehens und stellt eine wesentliche Informationsbasis für die Unternehmensleitung dar.¹²⁴ Da die transparente Zuordnung von Kosten, Leistungen und Erträgen zu den entsprechenden Objekten innerhalb der Unternehmung von großer Relevanz für die Entscheidungsfindung ist, nimmt dieser Prozess im Rahmen des ICG Modells eine wichtige Position ein.¹²⁵ Die Hauptaufgabe der Kosten- und Leistungsrechnung besteht *“...in der vollständigen, kontinuierlichen, systematischen und verursachungsgerechten Erfassung, Verteilung und Zurechnung der Kosten, die bei der betrieblichen Leistungserstellung und -verwertung entstehen.”*¹²⁶ Daraus ergeben sich die folgenden Teilaufgaben für diesen Hauptprozess:

- Selbstkosten- und Angebotspreisbestimmung
- Erfassung von Kosten und Zuordnung auf die verursachenden Kostenträger
- Ermittlung und Kontrolle der Wirtschaftlichkeit und Analyse von Abweichungen im Rahmen von Perioden-, Betriebs- und Soll-Ist-Vergleichen
- Datenbereitstellung und Aufbereitung von Informationen für die Unternehmensführung und das Controlling
- Verrechnungspreisfestlegung für innerbetriebliche Leistungen
- Analyse und Bewertung von Lagerbeständen und Eigenleistungen¹²⁷

¹²² Vgl. Schröder 2003, S. 175

¹²³ Vgl. Jung 2011, S. 387-388

¹²⁴ Vgl. Ossadnik 2008, S. 12

¹²⁵ Vgl. Abb. 9 und Lehmann 2011, S. 30

¹²⁶ Mumm 2015; S. 4

¹²⁷ Vgl. Mumm 2015, S. 4

Aufbauend auf dem operativen Controlling stellt die Kosten-, Leistungs-, und Erfolgsrechnung, einen Baustein für die Informationsbereitstellung des Planerstellungsverfahrens dar, dient aber auch gleichzeitig als Grundlage für die Kontrolle von Prozessentscheidungen und deren Wirtschaftlichkeit.¹²⁸ Durch die zunehmende Dominanz von fixen Gemeinkosten innerhalb der Betriebsausgaben, der zunehmenden Bedeutung einer kurzfristigen Steuerung von Prozessen und der wachsenden Relevanz einer Vernetzung mit externen Partnern, sind jedoch bereits seit einiger Zeit Veränderung im Rahmen der verwendeten Instrumente und Methoden notwendig geworden.¹²⁹

Das Management Reporting baut auf den Daten der Kosten-, Leistungs-, und Erfolgsrechnung auf. Es stellt eine Brückenfunktion zwischen dem Vorgang der Datengenerierung und der Interpretation im Rahmen des Managementprozesses dar. Als Teilbereich des innerbetrieblichen Berichtswesens richtet sich die Informationsversorgung des Management Reportings speziell an die Stellen und Personen, welche Führungsaufgaben wahrnehmen und innerhalb des Planungs- und Kontrollprozesses steuerungsrelevante Informationen benötigen.¹³⁰

Ziel des Management Reportings im Rahmen der Controlling Hauptprozesse ist es die Informationen so aufzubereiten und darzustellen, dass diese im benötigten Verdichtungsgrad und in der relevanten Genauigkeit vorliegen, an den Empfänger angepasst sind, termingerecht angefertigt werden und dem Berichtszweck entsprechen.¹³¹ Aufgaben der hierbei entstehenden Berichte liegen zum einen in der Dokumentation im Rahmen von gesetzlichen Verpflichtungen und betrieblichen Erfordernissen und zum anderen in der Vorbereitung, Durchführung und Kontrolle von innerbetrieblichen Aktivitäten und Entscheidungen.¹³²

Der Controlling Hauptprozess Projekt- und Investitions-Controlling hat das Ziel im Rahmen des Planungsprozesses von Projekten und Investitionen den Nutzen, die Ergebnisse und die Wirtschaftlichkeitspotenziale zu identifizieren und mit den jeweiligen Qualitäts-, Kosten- und Zeitzielen in Einklang zu bringen. Neben der Planung werden

¹²⁸ Vgl. Weber und Schäffer 2014, S. 137

¹²⁹ Vgl. Horváth 2015, S. 263

¹³⁰ Vgl. Taschner 2013, S. 35-38 und Gleich 2008, S. 8

¹³¹ Vgl. Gleich 2008, S. 20

¹³² Vgl. Ebenda, S. 21

in diesem Prozess auch die Durchführung, Steuerung und im Anschluss des Projektes die Kontrolle des Zielerreichungsgrades berücksichtigt.¹³³ Anders als beim klassischen Betriebscontrolling muss jedoch berücksichtigt werden, dass Projekte im Regelfall einen festen zeitlichen Rahmen besitzen, meist einen einmaligen Vorgang erfassen und neben dem sonstigen Controlling-Aufgaben parallel verlaufen.¹³⁴ Aus dieser Hauptaufgabe ergeben sich die Hauptziele des Projekt- und Investitions-Controllings, welche nach KOREIMANN wie folgt lauten:

- Analyse der relevanten Einflussfaktoren zur Prognose des Projektgeschehens
- Darstellung ökonomischer Folgen und frühzeitige Visualisierung von Handlungsalternativen
- Sicherung der Wirtschaftlichkeit durch rationale Ablaufgestaltung des Projekts
- geringe Granularität der Planungsziele bis zur niedrigsten beteiligten Hierarchieebene
- Überwachung der Planung und Durchführung durch Bewertung des Projekts im Rahmen von Soll-Ist-Abweichungen¹³⁵

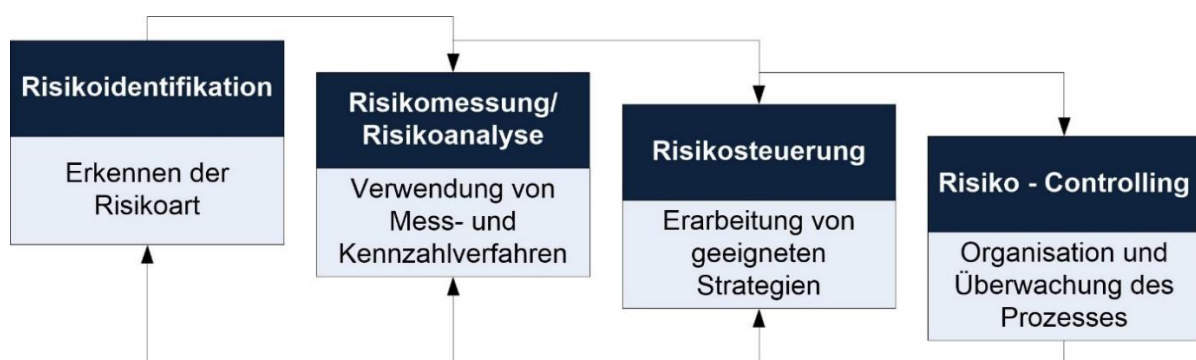


Abbildung 11 - Der Risikomanagement-Prozess¹³⁶

Als letzten Controlling Hauptprozess definiert die IGC das Risikomanagement, welches durch eine frühzeitige Betrachtung und Steuerung der unternehmensrelevanten Einflussfaktoren langfristig den Unternehmensfortbestand sichern und die Qualität der vorangegangenen Prozesselemente verbessern soll.¹³⁷ Durch diese Analysen sollen

¹³³ Vgl. Lehmann 2011, S. 35

¹³⁴ Vgl. Hubert 2016, S. 202

¹³⁵ Vgl. Koreimann 2005, S. 37 ff.

¹³⁶ Eigene Darstellung; in Anlehnung an Wolke 2016, S. 5

¹³⁷ Vgl. Lehmann 2011, S. 38

vor allem die markt-, leistungs- und finanzwirtschaftlichen Risiken identifiziert werden, um somit Risiken, wie z.B. Liquiditätsengpässe oder eine potenzielle Insolvenz, frühzeitig abwenden zu können.¹³⁸ Der Prozess des Risikomanagements wird in der Literatur dabei häufig in vier Teilschritte untergliedert.¹³⁹ Basierend auf diesem Schema beginnt der Prozess mit einer Identifikation und Systematisierung der Risiken im Rahmen von z.B. Analyserastern, Risikotabellen, Experteninterviews oder Ablaufprozessanalysen. Dies stellt sich in der Praxis meist als problematisch dar, da häufig Informationen fehlen oder Prozesse nicht eindeutig zugeordnet werden können, sodass häufig Abstraktionen verwendet werden müssen.¹⁴⁰

Auf dieser Basis werden die erkannten Risiken im Rahmen der quantitativen Risikomessung, z.B. durch Kennzahlensysteme, oder der qualitativen Risikomessung, wie Scoring- und Rating-Modelle, bewertet und in Folge durch die Analyse entsprechend ihrer Dringlichkeit kategorisiert.¹⁴¹ Durch geeignete Risikostrategien und Steuerungselemente sollen auf dieser Basis entsprechende proaktive oder reaktive Maßnahmen ergriffen werden, um die Folgen der Risiken zu vermeiden, zu begrenzen oder aber zu kompensieren.¹⁴² Das eigentliche Risiko-Controlling stellt letztlich die Koordination der Steuerung und Messung in den jeweiligen Funktionsbereichen sicher, mit dem Ziel hierbei möglichst einheitliche Standards durchzusetzen, um eine Vergleichbarkeit und Transparenz sicherzustellen, gleichzeitig aber auch die Gesamtrisiken auf die einzelnen Geschäftsfelder so zu aggregieren, dass eine Zuordnung ermöglicht wird.¹⁴³

3.2.3 Die Controlling Nebenprozesse

Zu den als Nebenprozess definierten Bereichen zählen nach dem IGC das Funktionscontrolling, die Aufgabe der betriebswirtschaftlichen Beratung und Führung, sowie die Weiterentwicklung der Organisation, Prozesse, Instrumente und Systeme.¹⁴⁴

Das Funktionscontrolling befasst sich hierbei mit jeweils einer einzelnen Funktion der Wertschöpfungskette, auf welche die bereits erläuterten Controlling-Hauptprozesse

¹³⁸ Vgl. Hubert 2016, S. 97

¹³⁹ Vgl. Abb. 11

¹⁴⁰ Vgl. Wolke 2016, S. 5 ff.

¹⁴¹ Vgl. Ebenda, S. 15 und 79

¹⁴² Vgl. Ebenda, S. 93

¹⁴³ Vgl. Ebenda, S. 300- 301

¹⁴⁴ Vgl. Abb. 9

übertragen und angepasst werden, um für kritische Unternehmensbereiche, wie z.B. dem Bereich Forschung- und Entwicklung, eine spezifische Überwachung zu ermöglichen. Dabei werden für die jeweiligen Bereiche angepasste Kontroll- und Steuerungsinstrumente verwendet, welche sich an den individuellen Gegebenheiten orientieren.¹⁴⁵

Neben der Untergliederung nach den Funktionsbereichen, wie z.B. Forschung- und Entwicklung, Beschaffung, Produktion, Finanzen, usw., besteht weiterhin die Möglichkeit einer divisionalen Aufteilung des Controlling-Prozesses, d.h. anhand von z.B. Produktgruppen oder nach Vertriebsregionen. Das Ziel bei dieser Dezentralisierung der Controlling-Aufgaben, was meist nur in größeren Unternehmen Anwendung findet, liegt in einer genaueren Planerstellung, einer simultanen Bewältigung paralleler Prozesse, sowie einer direkteren Kontrolle. Die Planung des zentralen Controllings soll dadurch entlastet und verbessert werden, ohne jedoch die strategischen und operativen Unternehmensziele zu vernachlässigen.¹⁴⁶

Die Aufgabe der betriebswirtschaftlichen Beratung und Führung durch den Controller definiert den Dienstleistungscharakter, welchen das Controlling zunehmend innerhalb eines Unternehmens einnimmt. Durch die Veränderung der betriebswirtschaftlichen Prozesse hat sich demnach das Profil des Controllers schon in den vergangenen Jahren vom klassischen Buchhalter hin zu einem internen, marktorientierten Berater und Experten für Kosten- und Leistungsindikatoren entwickelt.¹⁴⁷ Neben der aktiven Gestaltung und Kommunikation der Maßnahmen und Instrumente im Rahmen der Hauptprozesse, gilt es somit das Management durch fundiertes betriebswirtschaftliches Knowhow und transparente Informationen zu unterstützen.¹⁴⁸ Dieser Nebenprozess beschreibt somit die enge Verbindung mit dem Management, dessen Handlungen durch den Controller in Bezug auf Effektivität und Effizienz hinterfragt werden sollen.¹⁴⁹

Der letzte Nebenprozess thematisiert die Weiterentwicklung der Organisation, Prozesse, Instrumente und Systeme. Dies zielt auf eine kontinuierliche Überprüfung und

¹⁴⁵ Vgl. Lehmann 2011, S. 34-35

¹⁴⁶ Vgl. Horváth 2015, S. 384.

¹⁴⁷ Vgl. Gleich 2013a; S. 27

¹⁴⁸ Vgl. Lehmann 2011; S. 40

¹⁴⁹ Weber und Schäffer 2014; S. 17

Weiterentwicklung des Controllings und eine damit verbundene regelmäßige Anpassung von Richtlinien, Ablaufplänen und Qualitätsstandards ab. Dadurch sollen die Veränderungen der ökonomischen, rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen analysiert werden um dadurch die Funktionen des Controllings an die neuen Prozesse anzupassen.¹⁵⁰

Die dargestellten Nebenprozesse gewinnen im Rahmen der Veränderungen durch die vierte industrielle Revolution zunehmend an Bedeutung, sodass die Veränderungsprozesse im weiteren Verlauf der Arbeit aufgegriffen und detailliert dargestellt werden sollen.

3.3 Konzeption des Controllings

Nachdem die Aufgaben und Prozesse des Controllings unter Zuhilfenahme des Prozessmodells des IGC dargestellt worden sind, erfolgt im nachfolgenden Abschnitt eine Betrachtung des Teilbereichs der klassischen Controlling Konzeption um eine Basis für die Darstellung der relevanten Veränderungsprozesse im Rahmen von Industrie 4.0 zu schaffen.

Eine Controlling-Konzeption stellt nach OSSADNIK eine klar umrissene Grundvorstellung des Controllings dar, welche zum einen in der Fachliteratur eine theoretische Fundierung besitzt und zum anderen sich in der Praxis bewährt hat.¹⁵¹ Somit stellen die verschiedenen Konzeptmodelle letztlich eine Zusammenfassung der Tätigkeiten und Nutzenpotenziale im jeweils definierten Aufgabenumfeld dar.¹⁵²

Innerhalb der Literatur finden sich verschiedene Ordnungssysteme und Modelle, welche eine Klassifikation der Funktionen und Wirkungsbereiche ermöglichen sollen. Mittlerweile existiert eine gewaltige Vielzahl an Controlling-Konzeptionen, sodass es kaum möglich ist einen Überblick über die verschiedenen Varianten zu erhalten, da sich innerhalb der Modelle viele Überschneidungen finden lassen.¹⁵³ Im Rahmen dieser Abhandlung soll daher nachfolgend nur auf ausgewählte Konzeptionsansätze, welche für

¹⁵⁰ Vgl. Lehmann 2011, S. 43

¹⁵¹ Vgl. Ossadnik 2009, S. 9

¹⁵² Vgl. Hubert 2015, S. 7

¹⁵³ Vgl. Weber und Schäffer 2014; S. 20; KÜPPER *vergleicht 13 relevante Konzeptionen des Controllings und erläutert, dass die Darstellung bei weitem noch nicht vollständig ist.* Vgl. Küpper et al. 2013; S. 16ff.

die weitere Betrachtung der Weiterentwicklung des Controllings relevant sind, sowie auf die Möglichkeit eines konzeptionellen Ordnungsrahmens eingegangen werden.

Aus den zuvor dargestellten Aufgaben und Prozessen des Controllings lassen sich, gemäß WÖHE, zunächst drei Einzelfunktionen für das Controlling definieren, welche aus der Einordnung dieser Teildisziplin resultieren.¹⁵⁴

Funktionen des Controlling		
Anpassungs- und Innovationsfunktion	Zielausrichtungsfunktion	Service- und Unterstützungsfunktion
Koordination der Unternehmensführung und -umwelt	Ausrichtung des Controllings auf die Unternehmensziele	Koordination der Controlling-Instrumente und der Informationen

Abbildung 12 - Funktionen des Controllings¹⁵⁵

Die Anpassungs- und Informationsfunktion definiert sich als Veränderung innerhalb des Führungssystems, welche zum einen zu einer Anpassung bzw. Reaktion auf eine Umweltveränderung oder zum anderen zu einer proaktiven Innovation in Erwartung einer zukünftigen Veränderung führt. Die Zielausrichtungsfunktion beschreibt die Vorgabe einer Ausrichtung der Controlling-Aktivitäten anhand der Unternehmensziele sowie einer zielorientierten Koordination der Führungstätigkeiten. Die Service- und Unterstützungsfunktion beschreibt letztlich die Haupttätigkeit des Controllers, welche innerhalb dieser Darstellung in der Instrumentenauswahl und Informationsversorgung verankert ist. Diese Funktionen finden sich in verschiedenen Einordnungen des Controllings wieder und bieten somit eine Basis für die unterschiedlichen Konzeptionen¹⁵⁶

KÜPPER analysierte verschiedene deutschsprachige Konzeptionsansätze und beschreibt verschiedene Entwicklungstendenzen, welche aus der Evolution des Controllings abgeleitet werden können. So beschreibt dessen erste Entwicklungstendenz das Controlling als moderne Bezeichnung für bereits existierende Aufgabenfelder, z.B. dem in- und externen Rechnungswesen, sodass die Beschreibung der Funktionen

¹⁵⁴ Vgl. Abb. 12

¹⁵⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an Wöhe und Döring 2013; S. 182 in Anlehnung an Küpper et al. 2013, S. 38 ff.

¹⁵⁶ Vgl. Wöhe und Döring 2013, S. 182

letztlich den ursprünglichen Aufgabenfeldern entsprechen sollte. Die zweite Entwicklung stellt eine Definition als Oberbegriff für verschiedene Gebiete der BWL und Unternehmensführung dar, sodass auch hier keine Eigenständigkeit des Bereichs entstehen würde, welche eine Abgrenzung innerhalb einer Konzeption ermöglicht. Letztlich beschreibt erst die dritte Entwicklungstendenz einen Ansatz, welcher somit eine losgelöste, separate Betrachtung gestattet, indem der Bereich des Controllings als neuer Sektor dargestellt wird, der neue Fragestellungen generiert und somit für Theorie und Praxis durch die isolierte Betrachtung zu Vorteilen führt.¹⁵⁷

Controlling-Konzeption nach KÜPPER und WEBER	
Konzeptionsansätze nach Küpper	Konzeptionsansätze nach Weber
<ul style="list-style-type: none"> • Gewinn- bzw. ergebniszielorientierte Controlling-Konzeption 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlling als erfolgszielbezogene Steuerung
<ul style="list-style-type: none"> • führungsprozessbezogene Controlling-Konzeption 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlling als Rationalitätssicherung der Führung
<ul style="list-style-type: none"> • koordinationsorientierte Controlling-Konzeption 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlling als Koordinationsfunktion
<ul style="list-style-type: none"> • die informationsorientierte Controlling-Konzeption 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlling als Informationsversorgungsfunktion

Abbildung 13 – Controlling-Konzeptionen nach KÜPPER und WEBER¹⁵⁸

Ausgehend von dieser letzten Entwicklungstendenz und den ausgewerteten Konzeptionen leitet KÜPPER vier Konzeptionsauffassungen ab. Dessen Gliederung deckt sich hierbei größtenteils mit der Strukturierung nach WEBER, welcher ebenfalls vier Ausprägungen auflistet.¹⁵⁹

Für die Einordnung, Bestimmung und Systematisierung der verschiedenen Controlling-Konzeptionen, welche in der Literatur zu finden sind, eignet sich der von ZENZ stammende konzeptionelle Ordnungsrahmen für Controlling-Konzeptionen.¹⁶⁰ Ziel dieser Einordnung ist hierbei eine funktionale Gegenüberstellung der Zielsetzungen des

¹⁵⁷ Vgl. Küpper et al. 2013, S. 6-8

¹⁵⁸ Eigene Darstellung: In Anlehnung an: Küpper et al. 2013; S- 19 und S. 30 und Weber und Schäffer 2014, S. 20 ff.

¹⁵⁹ Vgl. Abb. 13

¹⁶⁰ Vgl. Abb. 14

Controllings zu den verfügbaren Mitteln, um somit Ursachen und Wirkungen der jeweiligen Konzeption zu identifizieren.¹⁶¹ ZENZ berücksichtigt hierbei drei Dimensionen, welche wiederum verschiedene Ausprägungen aufweisen.¹⁶²

Dimension	Ausprägung						
Unternehmenszielbezug	Erfolgsziele		Finanzziele		Weitere Unternehmensziele		
Funktionsbreite	Sicherung der Planung	Sicherung der Kontrolle	Sicherung der Organisation	Sicherung der Informationsversorgung	Sicherung der Informationsversorgung	Sicherung der Personalführung	Sicherung der Personalführung
Funktionstiefe	Systementwurf	Systembewertung	Systemauswahl	Systemintegration	Systembetrieb	Systemkoordination	Systemüberwachung

Abbildung 14 – Konzeptioneller Ordnungsrahmen von Controlling-Konzeptionen¹⁶³

Die erste Dimension beschreibt den Unternehmenszielbezug, welcher eine Beschreibung des Zusammenhangs zwischen der jeweiligen Konzeption und den Unternehmenszielen, aus welchen sich diese ableiten, darstellt. Dadurch soll der Zusammenhang zwischen dem Controlling und den übergeordneten Führungsbereichen anhand der Ziele beschrieben werden. ZENZ unterscheidet Konzeptionen, welche sich einerseits ausschließlich an Wertzielen orientieren oder andererseits alle Unternehmensziele berücksichtigen. Die zweite Dimension dient der Darstellung der Teilfunktionen des Controllings, welche der Sicherung der Führungsaufgaben des Controllings dienen. Ziel ist es hierbei die zu bewertende Konzeption darauf zu überprüfen in wieweit die jeweiligen Teilfunktionen erfüllt werden. ZENZ erläutert zwar das viele Konzeptionen durch eine starke Verallgemeinerung der Teilfunktionen schwierig einzuordnen sind, dies jedoch für die Orientierung und die Verknüpfung der Bereiche Controlling und Unternehmung relevant sind, um so eine messbare Vergleichsbasis zu schaffen. Die dritte Dimension definiert die Funktionstiefe, welche die Einflussnahme des Controllings auf die Führungsteilfunktionen beschreibt.¹⁶⁴ Hierbei wird zwischen einer vollständigen und einer teilweisen Übernahme der jeweiligen Funktion unterschieden.¹⁶⁵

¹⁶¹ Vgl. Zenz 1999; S. 16

¹⁶² Vgl. Abb. 14

¹⁶³ Eigene Darstellung; In Anlehnung an Zenz 1999; S. 17

¹⁶⁴ Vgl. Abb. 14 und Zenz 1999; S. 18-21

¹⁶⁵ Vgl. Barth und Barth 2008, S. 18

Aufbauend auf diesem Ordnungssystem hat ZENZ sechs Konzeptionstypen klassifiziert, die er anhand der Dimension der Funktionstiefe, welche eine entscheidende Rolle bei der Bewertung einnimmt, in zwei wesentliche Gruppen untergliedert.¹⁶⁶

Die sechs Typen von Controllingansätzen nach Zenz		
Gruppe 1 Betrieb von Führungsteilsystemen	Informationsorientierter Ansatz	Das Controlling nimmt nur den Betrieb des Informationsversorgungssystems wahr.
	Regelungsorientierter Ansatz	Das Controlling nimmt die Funktionen der Umsetzung des Planungs-, Kontroll- und Informationsversorgungssystems wahr
	Führungsorientierter Ansatz	Das Controlling wird als eine spezielle Führungsform betrachtet und nimmt den Betrieb aller Führungsteilsysteme wahr.
Gruppe 2 Einwirkung auf das Führungssystem	Begrenzt führungsgestaltender Koordinationsansatz	Das Controlling stellt die Koordination von Planung, Kontrolle und Informationsversorgung sicher.
	Umfassender Koordinationsansatz	Das Controlling koordiniert alle Führungsteilsysteme
	Metaführungsorientierter Ansatz	Das Controlling strukturiert und gestaltet alle Führungsteilsysteme

Abbildung 15 - Controllertypen nach Zenz¹⁶⁷

Die erste Gruppe und die darin enthaltenen drei Typen sind gemäß der Einordnung in das Ordnungsschema dadurch geprägt, dass diese innerhalb der Dimension der Funktionstiefe einzig durch den Betrieb des Führungssystems gekennzeichnet sind.¹⁶⁸

Der Typ des informationsorientierten Ansatzes steht stellvertretend für verschiedene, z.T. recht alte Konzeptionen, welche das Controlling in der klassischen Tradition des Rechnungswesens verankert sehen.¹⁶⁹ Die Funktionen sind hierbei hauptsächlich in der Erfüllung der Wertziele verankert.¹⁷⁰ Der Zweck des Controllings wird hierbei in der Informationserzeugung und -bereitstellung gesehen, mit dem Ziel durch einen Ausbau des Rechnungswesens ein Instrument für die Informationsversorgung der Unternehmensführung zu schaffen.¹⁷¹ Ziel ist es dabei in erster Linie durch eine konsequente Informationsversorgung eine quantitative Entscheidungsgrundlage sicher zu stellen.¹⁷²

¹⁶⁶ Vgl. Abb. 15 und Zenz 1999; S. 25

¹⁶⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Zenz 1999, S. 25ff. und Barth und Barth 2008 S. 18

¹⁶⁸ Vgl. Zenz 1999; S. 26

¹⁶⁹ Vgl. Weber und Schäffer 2014; S. 20

¹⁷⁰ Vgl. Zenz 1999; S. 27

¹⁷¹ Vgl. Küpper et al. 2013; S. 30

¹⁷² Vgl. Amshoff 1994, S. 195

Beim regelungsorientierten Ansatz steht die Sicherung der Planung und der Kontrolle im Fokus des Systembetriebs, wohingegen die Sicherung der Informationsversorgung eher eine Nebenrolle einnimmt.¹⁷³ Primär zielen diese Konzeptionen in der Praxis darauf ab, dass vor allem durch die Planung und Kontrolle von geeigneten Maßnahmen das Management unterstützt wird.¹⁷⁴

Der führungsorientierte Ansatz stellt eine Verschmelzung des Controllings mit der eigentlichen Unternehmensführung dar, sodass in der Dimension der Funktionsbreite alle Teilfunktionen, mit Ausnahme der Personalführung, durch das Controlling abgedeckt werden und der Begriff Controlling in diesem Fall als gleichbedeutend zur eigentlichen Unternehmensführung angesehen werden kann.¹⁷⁵ Somit weichen Konzeptionen, welche sich in diesen Typ einordnen lassen, vom klassischen Controllingverständnis ab, wonach dieser Funktionsbereich lediglich der Unterstützung der Unternehmensführung dient.¹⁷⁶

Die zweite Gruppe im Ordnungsschema nach ZENZ unterscheidet sich von den zuvor beschriebenen Typen durch eine Verschiebung innerhalb der Dimension der Funktionstiefe, rückt somit vom reinen Betrieb der Teilführungssysteme ab und übernimmt verstärkt die Aufgabe auf das Führungssystem in seiner Gesamtheit Einfluss zu nehmen.¹⁷⁷

Als Beispiel für den begrenzt führungsgestaltenden Ansatz wird durch den Autor hierbei die koordinationsbasierende Konzeption nach HOVÀRTH aufgeführt. Nach dieser Konzeption setzt sich das Controlling aus einer systembildenden, einer systemkopplenden und einer systemgestaltenden Komponente zusammen, womit die Schaffung der geeigneten Prozessstrukturen und Systeme, die Vernetzung zu den weiteren Funktionsbereichen, sowie die kontinuierliche Weiterentwicklung des Systems gemeint sind.¹⁷⁸ Im Rahmen dieses Systems werden anhand der Unternehmens- und Führungsziele geeignete Maßstäbe für das Controlling definiert, aus welchen sich der

¹⁷³ Vgl. Zenz 1999, S. 28

¹⁷⁴ Vgl. Baum et al. 2013, S. 4

¹⁷⁵ Vgl. Abb. 15 und Zenz 1999, S. 28

¹⁷⁶ Vgl. Baier 2013, S. 30

¹⁷⁷ Vgl. Zenz 1999, S. 29

¹⁷⁸ Vgl. Horváth 2015, S. 46 - 47

Aufbau der Planungs- und Kontrollsysteme, der Informationsversorgungssysteme, sowie die Maßnahmen zur Koordination der Wertschöpfungskette ableiten.¹⁷⁹ Entscheidend im Rahmen dieses Konzeptionstyps ist somit der Faktor, dass das Controlling einzig der Informationsversorgung dient, keine direkten Führungsaufgaben übernimmt und der Entscheidungsvorbereitung und -unterstützung für die Unternehmensführung, bzw. der nachgeordneten Führungsebenen dient.¹⁸⁰

Als Vertreter des umfassenden Koordinationsansatzes kann vor allem die Konzeption nach KÜPPER angenommen werden, welche im Vergleich zu HOVÀRTH eine stark erweiterte Funktionsbreite bei einer gleichzeitig deutlich geringeren Funktionstiefe aufweist. So sind innerhalb dieser Konzeption alle Teilfunktionen enthalten, jedoch beschränkt sich die Konzeption auf die Integration und Koordination dieser.¹⁸¹ Diese Erweiterung des Funktionsspektrums ist nach Küpper darauf zurückzuführen, dass innerhalb des Controllings, „...*fast keine betriebswirtschaftliche Aufgabe ausgeschlossen*“ werden kann.¹⁸² Demnach besteht die Funktion des Controllings in der Koordination des Planungs-, Kontroll-, Informations- und Personalführungssystems sowie in der Integration der Organisation im Rahmen des Führungsgesamtsystems.¹⁸³ Somit wird „... *Controlling zu einer Komponente der Führung sozialer Systeme, welche die Führung bei Lenkungsaufgaben unterstützt und die selbst mit einer limitierten Weisungsbefugnis ausgestattet ist.*“¹⁸⁴ Die Controllingfunktion soll nach KÜPPER zudem auf alle Formal- und Sachziele ausgerichtet sein und umfasst neben der Hauptaufgabe der Koordination der Führungssysteme zudem die Nebenelemente der Anpassungs- und Innovationsfunktion, sowie die Zielausrichtungs- und Servicefunktion.¹⁸⁵

Der metaführungorientierte Ansatz stellt nach ZENZ einen allumfassenden Konzeptionstyp dar, welcher auf der Basis des Gesamtzielsystems einer Unternehmung alle Teilbereiche in der Dimension der Funktionsbreite, sowie mit Ausnahme des Systembetriebs auch alle Bereiche der Funktionstiefe einbezieht. Als ursprünglichen Vertreter nennt der Autor hierbei die klassische Konzeption nach WEBER, welcher jedoch im

¹⁷⁹ Vgl. Ebenda, S. 56 - 57

¹⁸⁰ Vgl. Hubert 2015, S. 9-10

¹⁸¹ Vgl. Zenz 1999, S. 30-31

¹⁸² Vgl. Küpper et al. 2013, S. 13

¹⁸³ Vgl. Küpper et al. 2013 S. 33ff

¹⁸⁴ Hubert 2015, S. 11

¹⁸⁵ Vgl. Barth und Barth 2008, S. 30

Laufe seiner Abhandlungen von seiner funktionalen Konzeption abgerückt ist und aktuell eine Controlling-Konzeption aus induktiver Sicht vertritt, die in das funktionale Ordnungsschema nach ZENZ nur bedingt eingeordnet werden kann.¹⁸⁶ Im Rahmen einer induktiven Konzeptionserstellung stehen nicht die Teilfunktionen des Controllings im Vordergrund, sondern deren praktische Ausgestaltung. Dabei werden keine konkreten Aufgabenschwerpunkte definiert und eher ein grober Handlungsrahmen für den Entwurf eines Controllingsystems abgebildet.¹⁸⁷

Den Kern in der aktuellen Konzeption nach WEBER stellt die Rationalitätssicherung der Führung dar, was somit tendenziell einer führungsorientierten Konzeption entspricht.¹⁸⁸ Zurückzuführen ist dieser Ansatz auf die Annahme, dass innerhalb der Unternehmensführung häufig verhaltensorientierte, also nicht auf rationalen Daten beruhende, Entscheidungen getroffen werden und es die Aufgabe des Controllings ist daraus resultierende Denkfehler und -muster zu identifizieren und Instrumente bereitzustellen um diese zu vermeiden.¹⁸⁹ WEBER beschreibt daher einen Ansatz im welchem der Controller die Hauptaufgabe besitzt die Rationalität der Entscheidungen des Managements zu gewährleisten. So soll der Controller durch die Übernahme von Controlling-Aufgaben das Management entlasten und diesem entscheidungsrelevante Informationen zur Verfügung stellen, dessen Entscheidungen überprüfen und ggf. Anpassungsmaßnahmen definieren. WEBER beschreibt hierbei keine konkreten Funktionen, da, entsprechend der Auffassung des Autors, die Aufgabenstellungen an das Controlling stets abhängig von der jeweiligen Situation ausgestaltet werden müssen.¹⁹⁰

Die dargestellten Konzeptionen stellen letztlich Grundorientierungen dar, welche eine Vorauswahl im Rahmen der praktischen Ausgestaltung ermöglichen sollen.¹⁹¹ Somit bieten Sie letztlich ein Grundgerüst, welches an die individuellen praktischen Erfordernisse angepasst werden muss. Welche Konzeption im Rahmen der Veränderungsprozesse durch Industrie 4.0 am ehesten den neuen Anforderungen an das Controlling entspricht, soll im weiteren Verlauf der Arbeit genauer beleuchtet werden.

¹⁸⁶ Vgl. Zenz 1999, S. 31-32, Barth und Barth 2008, S. 25, Weber und Schäffer 2014, S. 47

¹⁸⁷ Vgl. Barth und Barth 2008, S. 17

¹⁸⁸ Vgl. Weber und Schäffer 2014, S. 37ff. und Barth und Barth 2008, S. 25

¹⁸⁹ Vgl. Gehrig und Breu 2013, S. 47

¹⁹⁰ Vgl. Weber und Schäffer 2014, S. 42-45

¹⁹¹ Vgl. Zenz 1999, S. 43

4 Controlling von Industrie 4.0 Prozessen

In diesem Kapitel soll anhand der aktuellen Controlling-Fachliteratur ein erster Überblick über die potenziellen Veränderungen der Aufgaben und Prozesse des Controllings im Rahmen von Industrie 4.0 dargestellt werden. Auf dieser Basis soll im weiteren Verlauf der Untersuchung ein konkretes Modell der Veränderungsprozesse erstellt werden.

4.1 Aktueller Forschungsstand

Die dargestellten technologischen und betriebswirtschaftlichen Veränderungen werden auch im Bereich des Controllings zu weitreichenden Veränderungen führen. Durch die horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke, der zunehmenden Durchgängigkeit des Engineerings über die gesamte Wertschöpfungskette, sowie die vertikale Integration im Rahmen von vernetzten Produktionssystemen, nimmt vor allem der Faktor der Prozesssteuerung in Echtzeit eine entscheidende Rolle bei der Transformation des Controllings ein.¹⁹²

Für STICH steht im Rahmen von Industrie 4.0 vor allem der Wandel hin zu einem interaktiven und echtzeitbasierenden Controlling im Vordergrund. So gilt es aus seiner Sicht die klassischen, retrospektiven Prozesse durch eine kontinuierliche Echtzeitdatenauswertung von Big-Data Datenbeständen unter der Verwendung neuer multidimensionaler, zukunftsorientierter und qualitativer Kennzahlensysteme voranzutreiben. Die Aufgaben des Controllings werden sich an die neuen Produktionsflüsse anpassen müssen und flexiblere Instrumente erforderlich machen, was weiterhin die beratende Rolle des Controllers im Unternehmen stärker fordern wird. STICHs Meinung nach sind somit vor allem die Prozesse Forecasts und Predictive Analytics perspektivisch von großer Bedeutung um den Aufgabenfokus des Controllings an die neuen Rahmenbedingungen anzupassen.¹⁹³

¹⁹² Vgl. Kagermann et al. 2013, S. 6 und Internationaler Controller Verein 2015

¹⁹³ Vgl. Stich 2015, S. 16 ff

Auch HOVÁRTH sieht ausgehend von den aktuellen Entwicklungstendenzen einen Veränderungstrend im Rahmen des Controllings. Demnach ist neben Industrie 4.0 und Big Data vor allem das Thema der Nachhaltigkeit und die zunehmende Bedeutung von nichtfinanziellen Informationen ein prägender Faktor für das Controlling, welches durch die Potenziale der neuen Informationstechnologien zu einer deutlichen Erweiterung der verfügbaren Datenquellen führen wird, auf welcher künftig Entscheidungen gefällt werden können.¹⁹⁴ Neben weiteren theoretischen Szenarien stellte u.a. der Internationale Controller Verein auf der Basis von bereits existierenden Industrie 4.0 Anwendungsbeispielen acht Thesen auf, welche die Veränderungen des Controlling und dessen Prozesse im Zeitalter von Industrie 4.0 wiedergeben sollen.¹⁹⁵

Thesen zur Entwicklung der Controlling Prozesse	
Agil statt deterministisch	Dezentrale und durch Echtzeitdaten gestützte operative Steuerung; Berücksichtigung der zunehmenden Volatilität
Predictive anstatt Retrospective	Bedeutungszuwachs von statistischen Prognosen statt retrospektiven Berichten bei der Entscheidungsfindung
Neue KPIs	Nutzung von Echtzeitdaten für neue bzw. verfeinerte operative Kennzahlen
Ad-hoc-Reporting	Nutzung von BI-Systemen für kurzfristig verfügbare und anwenderoptimierte Reports
Schnellere Entscheidungen	Notwendigkeit der Verkürzung von Entscheidungsprozessen; Reaktion auf reaktive Wettbewerber und vernetzte Wertschöpfungsprozesse
Komplexitätsmanagement ist Erfolgsfaktor	Beherrschung der Komplexität wird aktive Disziplin im Controlling
Informationsarchitekten und Interpreter	Fähigkeit der Informationsfilterung wird wichtiger; Controller benötigen IT-spezifische Kompetenzen
Unterjährige Steuerungszyklen	Anpassung der Planungs-, Ergebnis- und Prognoserechnung auf unterjährige Zyklen

Abbildung 16 - Entwicklung der Controlling-Prozesse¹⁹⁶

¹⁹⁴ Vgl. Horváth 2015, S. 27

¹⁹⁵ Vgl. Abb. 16

¹⁹⁶ Eigene Darstellung; Internationaler Controller Verein 2015; Seite 42

Diese Thesen zeigen sehr deutlich, dass die Aufgaben des Controllings durch die neuen digitalen Datenquellen geprägt sein werden und die Geschwindigkeit der Prozesse deutlich zunehmen wird. Auf dieser Basis wird ersichtlich, dass die Arbeit des Controllings sich an die neuen Gegebenheiten anpassen muss. Insbesondere die Aspekte der Simulation und der Vorhersage von Ereignissen auf der Basis von internen und externen Echtzeitdaten zeichnen sich hierbei als wesentliche Veränderung des Controllings ab, welches bisher stärker auf Vergangenheitswerten beruhte. Die Aktualität von Entscheidungen wird also an Bedeutung gewinnen. Um dies umzusetzen, ist es jedoch von Nöten das Controlling schrittweise auf diese neuen Aufgaben vorzubereiten und das einsprechende Knowhow aufzubauen.¹⁹⁷

Durch die höhere Bedeutung der Flexibilität, neue, meist digitale Geschäftsmodelle und einem Anstieg der Komplexität der Prozesse, sind neue Formen des Controllings notwendig.¹⁹⁸ Besonders der Faktor Big Data wird von entscheidender Bedeutung sein, da zum einen auch externe Informationen in den Analyseprozess mit integriert werden können und zum anderen durch die verbesserte Datenverfügbarkeit die Grenzen zwischen den verschiedenen Datenhaltungsstufen offener werden.¹⁹⁹

GLEICH fasste die Auswirkungen auf das Controlling durch die neuen Geschäftsmodelle weiter zusammen. So sieht er im Rahmen der steigenden Komplexität der Prozesse und Produkte einen Ausgangspunkt für einen Bedeutungszuwachs des strategischen Controllings sowie des Portfolio-Controllings. Durch den zunehmenden Einsatz von Big Data, wandelt sich zudem die Arbeit des Controllers, welcher die Fähigkeit entwickeln muss die gewaltigen Datenmengen nicht nur zu verwalten, sondern auch zielbezogen aufzubereiten. Auch die zunehmende Vernetzung mit Partnerunternehmen im Rahmen der Wertschöpfungskette, erfordert eine Erweiterung der Kompetenzen des Controllers, welcher verstärkt auch Fachkompetenzen anderer Abteilungen aufweisen muss, um so alle Prozesse einer Wertschöpfungskette im Rahmen seiner Analysen bewerten zu können. Ebenfalls sieht er einen Bedeutungszuwachs für das Netzwerkcontrolling und der kontinuierlichen Analyse der Partner im Produktionsnetzwerk. Da vor allem digitale Vertriebswege an Bedeutung gewinnen werden, rücken seiner Meinung nach auch das Absatzkanalcontrolling und das Vertragswesen in den

¹⁹⁷ Vgl. Internationaler Controller Verein 2015; Seiten 43-44

¹⁹⁸ Vgl. Gleich et al. 2016, S. 35

¹⁹⁹ Vgl. Gleich 2014, S. 69ff.

Vordergrund. Weiterhin erfordern potenziell höhere F&E-Kosten eine Veränderung im Bereich der Kostenoptimierung. Da vor allem immaterielle Güter an Bedeutung gewinnen, sieht GLEICH zudem einen Bedeutungszuwachs im Bereich des Erlöscontrollings.²⁰⁰

In wie weit sich die Instrumente, Prozesse und Konzepte im Bereich des Controllings in Zukunft tatsächlich verändern, kann anhand der aktuellen Fachliteratur noch nicht abschließend bewertet werden, da noch viele unbekannte Parameter existieren. Fest steht, dass vor allem durch die Digitalisierung wesentliche Veränderungen vorangetrieben werden und dadurch die Aufgabenfelder des Controllers sich verändern. Nachfolgend soll dieser Wandel anhand der Controlling-Hauptprozesse genauer beleuchtet werden.

4.2 Veränderung der Controlling-Hauptprozesse

Wie bereits dargestellt, ist die vierte industrielle Revolution in erster Linie durch Veränderungen im Bereich der Produktion und den produktionsnahen Bereichen geprägt. Demzufolge müssen sich die Prozesse des Controllings an die neuen Gegebenheiten innerhalb dieser Bereiche anpassen. Die grundlegenden Veränderungen im Bereich der Produktionsarbeit in Industrie 4.0 fasste SPATH im Rahmen einer Studie des Fraunhofer-Instituts für Arbeit und Organisation zusammen:

- *„Automatisierung wird für immer kleinere Serien möglich – dennoch bleibt menschliche Arbeit weiterhin wichtiger Bestandteil der Produktion.*
- *Flexibilität ist nach wie vor der Schlüsselfaktor für die Produktionsarbeit in Deutschland – in Zukunft aber noch kurzfristiger als heute.*
- *Flexibilität muss in Zukunft zielgerichtet und systematisch organisiert werden – »Pauschal-Flexibilität« reicht nicht mehr aus.*
- *Industrie 4.0 heißt mehr als CPS-Vernetzung. Die Zukunft umfasst intelligente Datenaufnahme, -speicherung und -verteilung durch Objekte und Menschen.*
- *Dezentrale Steuerungsmechanismen nehmen zu. Vollständige Autonomie dezentraler, sich selbst steuernder Objekte gibt es aber auf absehbare Zeit nicht.*

²⁰⁰ Vgl. Gleich et al. 2016, S. 37 ff.

- *Sicherheitsaspekte (Safety und Security) müssen schon beim Design intelligenter Produktionsanlagen berücksichtigt werden.*
- *Aufgaben traditioneller Produktions- und Wissensarbeiter wachsen weiter zusammen. Produktionsarbeiter übernehmen vermehrt Aufgaben für die Produktentwicklung.*
- *Mitarbeiter müssen für kurzfristigere, weniger planbare Arbeitstätigkeiten On-the-Job qualifiziert werden*²⁰¹

Aufbauend auf diesen Veränderungen ergeben sich für die Controlling-Prozesse, basierend auf dem bereits beschriebenen Modell des ICV, große Herausforderungen, welche es zu bewältigen gilt. Die von SPATH beschriebenen Thesen bieten hierbei einen Anhaltspunkt, für eine Übertragung der Veränderungen auf das Controlling.

Der Hauptprozess der strategischen Planung verändert sich durch die Anforderung nach mehr Flexibilität innerhalb der Produktion enorm. So muss vor allem die langfristige Ressourcenplanung und -steuerung flexibler gestaltet werden, um einen Rahmen für die angestrebten kurzfristigen Anpassungsmaßnahmen zu schaffen. Hierfür werden neue Planungs- und Steuerungsinstrumente, z.B. in Form von speziellen produktionsbezogenen Flexibilitätskennzahlen oder Flexibilitäts-Scorecards, benötigt um diese neuen Anforderungen zu erfüllen. Gerade in der Phase der Einführung von Industrie 4.0 ist es relevant den Nutzen der Digitalisierung und Vernetzung grundlegend im Rahmen der strategischen Planung zu quantifizieren, um einen Basiswert für die Potenziale nachfolgender Optimierungen im Kontext der dezentralen Produktionssteuerung zu erhalten. Hierzu wird dem Controlling auch die Aufgabe zugetragen die neuen Geschäftsfelder und Dienstleistungen zu analysieren und zu bewerten. Im Kern dieser Aufgabe steht vor allem die Schaffung von Instrumenten, welche der Bewertung der Rentabilität, dem Vergleich mit Produkten von Wettbewerbern, sowie der Analyse des zusätzlichen Kundennutzens dienen. Es werden durch die Möglichkeiten der Digitalisierung somit vermehrt externe Datenquellen die verfügbaren internen Echtzeitdaten ergänzen, sodass die strategische Planung künftig weniger einen starren Planungshorizont als einen groben Rahmen für die nachgelagerten Planungsprozesse darstellen wird.²⁰²

²⁰¹ Spath 2013, S. 135

²⁰² Vgl. Gleich et al. 2016, S.74-75, Internationaler Controller Verein 2015, S. 28-32 und Seiter et al. 2015, S. 468ff.

Durch die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien, besonders in Bezug auf die Verfügbarkeit von Produktionsdaten in Echtzeit unter der Verwendung von z.B. Sensoren, RFID oder Big Data, wandeln sich auch die Aufgaben des Hauptprozesses der operativen Planung und Budgetierung. Die technologische Möglichkeit ein vollständiges Produktionsumfeld digital zu simulieren und mit verschiedenen internen und externen Parametern zu verknüpfen, erlaubt auf Basis dieser neuen Datenqualität eine höhere Planungspräzision. Durch die vertikale Integration mit verschiedenen Partnern im Rahmen von Wertschöpfungsnetzwerken erhöht sich die Planungskomplexität, welche nur durch eine einheitliche System- und Datenarchitektur, sowie einer konsequenten Koordination der einzelnen Standorte und einer Datenzusammenführung innerhalb einer zentralen Datenbankstruktur bewältigt werden kann. Zur Abstimmung der verschiedenen Netzwerkpartner werden demnach vor allem Instrumente wie der Standort-Vergleich und dynamische Benchmarkings an Bedeutung gewinnen.²⁰³

Die Budgetierung muss durch die Industrie 4.0 Prozesse deutlich flexibler gestaltet sein und soll vor allem durch die neuen Möglichkeiten im Bereich der Prognose geprägt werden. Gerade durch die technologische Befähigung Kosten dezentral bei allen Stationen der Wertschöpfungskette zu erheben und anschließend modular den einzelnen Stationen wieder zuzurechnen, können Budgets mit einem sehr hohen Detailgrad erstellt werden, was bereits in der Planung die Möglichkeit bietet Optimierungspotenziale zu identifizieren. Durch moderne Simulationen und eine Erhöhung der Rechenleistung können zudem Ereignisse wie z.B. ein potenzieller Maschinenausfall in die Kalkulation als Unsicherheitsfaktor mit integriert werden, sodass Budgets in der digitalen Produktion für verschiedene Szenarien erstellt werden können und somit im Ernstfall eine zügige Anpassung erfolgen kann.²⁰⁴

Im Hauptprozess des Forecasts zeichnen sich die Veränderungen besonders deutlich ab. So beruhte dieser Prozess im klassischen Controlling auf Vergangenheitswerten und Vermutungen, welche in mathematisch-physikalische Modelle einfließen. Durch die Digitalisierung und die Produktionsflexibilisierung kommen die starren Planungs-

²⁰³ Vgl. Gleich et al. 2016, S.74-75, Internationaler Controller Verein 2015, S. 28-32 und Seiter et al. 2015, S. 468ff

²⁰⁴ Vgl. Ebenda

horizonte jedoch an ihre Grenzen und erfordern eine Verwendung von modernen mathematisch-sozioökonomischen Modellen.²⁰⁵ Mit Hilfe der Nutzung von Markt- und Produktionsdaten in Echtzeit und dem Data Mining innerhalb von Big Data Anwendungen gewinnen so vor allem Predictive Analytics an Bedeutung. Dieser Begriff steht hierbei für fortschrittliche Analysen, welche eine deutlich höhere Vorhersagegenauigkeit von Ereignissen ermöglichen sollen.²⁰⁶ So verändern sich die Forecasts von stichtagsbezogenen Berichten hin zu einer kontinuierlichen Berichterstattung, welche verstärkt auch potenzielle Ereignisse durch die Verwendung von intelligenten Algorithmen und stochastischer Verfahren mitberücksichtigt. Durch eine zusätzliche unternehmensübergreifende Verknüpfung, soll so ein Gesamtbild entstehen, welches auch bei kurzfristigen Ereignissen die Entscheidungsqualität des Managements verbessern soll.²⁰⁷

Bei der Kosten-, Leistungs- und Ergebnisrechnung werden vor allem durch die erhöhte Maschinenautonomie und die neuen Geschäftsfelder Veränderungen vorhergesagt. So führt die kontinuierliche Datenerhebung und Auswertung zu einer Verbesserung der Transparenz der Fertigungskosten, wodurch vor allem eine genaue Grundlage für die Verrechnung der Fertigungsgemeinkosten entsteht. Hierfür ist eine Anpassung der Standardkostenkalkulation und Sollkostenermittlung von Nöten, sowie eine Weiterentwicklung der Steuerungsmodelle, welche auf Abweichungsvergleichen basieren. Neue Kennzahlen, welche in diesen Zusammenhang benötigt werden, sind z.B. Methoden zur Quantifizierung der Priorität eines Auftrages oder des allgemeinen Auslastungsgrads einer Maschine, um bei kurzfristigen Produktionsveränderungen eine Entscheidungsbasis zu besitzen. Um dies zu erreichen, muss das Controlling die ERP-Systeme auf diese neuen Anforderungen anpassen. Auch die Bewertung der neuen Geschäftsmodelle und Technologien wird in diesem Hauptprozess an Bedeutung gewinnen. So soll vor allem die Rentabilität von digitalen Dienstleistungen analysiert und die Effizienz der Technologien quantifiziert werden. Besonders der Faktor der modularen Produktionssysteme erfordert dabei eine kontinuierliche Überprüfung, um die Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Systemkonfiguration bewerten zu können.²⁰⁸

²⁰⁵ Vgl. Internationaler Controller Verein 2015, S. 28

²⁰⁶ Vgl. Gartner Inc. 2016a und Gartner Inc. 2016b

²⁰⁷ Vgl. Gleich et al. 2016, S.74-75, Internationaler Controller Verein 2015, S. 28-32 und Seiter et al. 2015, S. 468ff.

²⁰⁸ Vgl. Ebenda

Im Rahmen des Management Reportings müssen vor allem die neu hinzukommenden Daten in das Berichtswesen integriert werden. Durch die M2M-Kommunikation und den Einsatz mobiler Endgeräte erhöht sich die Prozessgeschwindigkeit und es verkürzt sich die Entscheidungsdauer. Hierfür muss das Controlling situationsbedingt die relevanten Informationen durch neue Data Mining-Methoden herausfiltern und an die Bedürfnisse des Managements anpassen. So werden die klassischen Standard- und Ad-hoc-Berichte an Bedeutung verlieren, da im Rahmen von Industrie 4.0 vor allem Prognose- und Optimierungsmodelle das Berichtswesen prägen werden, welche auf Echtzeitdaten beruhen, sowie detailliert und zielgenau möglichst verschiedene Szenarien berücksichtigen. Analyse- und Reporting-Systeme unterstützen das Controlling in diesem Bereich. So erlauben z.B. moderne Big Data Architekturen eine automatische Generierung von Berichten und Kennzahlen anhand vorgegebener Parameter.²⁰⁹

Das Projekt- und Investitionscontrolling gewinnt gerade bei der Einführung von Industrie 4.0 Technologien an Bedeutung. So ist es die Aufgabe des Controllings die Investitionsnotwendigkeit und damit das Ausmaß der Investitionsmaßnahmen zu bestimmen, die Auswirkungen der Technologien zu analysieren und so weitere Handlungsfelder aufzudecken. Als Unterstützungshilfe werden künftig szenariobasierte Simulationsmodelle dienen, welche es erlauben verschiedene Technologien kosteneffizient und zielbezogen nach verschiedenen Kriterien zu analysieren und auf dieser Basis Entscheidungen zu treffen. In der laufenden Produktion kann durch die Echtzeitdatengewinnung ein Ad-hoc-Monitoring erfolgen, wodurch sich die Dauer zwischen Datenerhebung, -auswertung und der entsprechenden Steuerungsentscheidung deutlich verkürzen lässt.²¹⁰

Das Risikomanagement muss sich künftig stärker auf die Problemstellungen fokussieren, welche aus der zunehmenden Vernetzung und Digitalisierung entstehen. Daraus resultiert die Notwendigkeit einer zunehmenden Kooperation mit den IKT-Abteilungen, um die Sicherheitsmaßnahmen abzustimmen und somit unberechtigte Zugriffe auf die Daten des Controllings zu vermeiden. Gleichzeitig müssen technologische Standards definiert werden, um das Risiko von Datenverlusten innerhalb einer vertikalen und ho-

²⁰⁹ Vgl. Gleich et al. 2016, S.74-75, Internationaler Controller Verein 2015, S. 28-32 und Seiter et al. 2015, S. 468ff.

²¹⁰ Vgl. Ebenda

horizontalen Vernetzung zu minimieren. Die Kernaufgabe besteht demnach in der Identifikation und Bewertung der Risiken, welche aus den Industrie 4.0 Technologien entstehen.²¹¹

4.3 Einordnung der systemgestützten Controlling Konzeption

Die dargestellten Veränderungen der Controlling-Hauptprozesse, vor allem die Erhöhung der Prozessgeschwindigkeit, machen die Umsetzung eines systemgestützten Controllings unabdingbar. Zur Definition dieser neuen Bedingungen schuf REICHMANN eine systemgestützte Controlling-Konzeption, welche die Bedeutung von IKT-Technologien, sowie die zunehmende Komplexität der betrieblichen Teilprozesse in ein Gesamtkonzept integriert.²¹² Da im Rahmen von Industrie 4.0 vor allem die technologischen Entwicklungen und die Bewältigung von komplexen Informationsströmen im Vordergrund stehen, erscheint somit dieser Blickwinkel als geeigneter Ausgangspunkt für eine konkrete Ausgestaltung eines „Controlling 4.0“. Hierfür soll REICHMANN'S Konzeption in den Ordnungsrahmen von ZENZ eingeordnet werden, um die Ziele einer systemgestützten Controlling-Ausrichtung genauer zu definieren. REICHMANN selbst definiert Controlling als *„...die zielbezogene Unterstützung von Führungsaufgaben, die der systemgestützten Informationsbeschaffung und Informationsverarbeitung zur Planerstellung, Koordination und Kontrolle dient ...“*²¹³

Die Konzeption basiert auf einer dreidimensionalen Einteilung der Informationsprozesse in einem Unternehmen. Die erste Dimension gliedert die Informationsströme zunächst entsprechend den Funktionsbereichen innerhalb eines Unternehmens. Die darauf aufbauende zweite Dimension kategorisiert die Informationen und gliedert diese in die Gruppen Kosten- und Leistungsgrößen, Erträge und Aufwendungen, Zahlungsgrößen, sowie Mengen- und Zeitgrößen. Letztlich werden auch diese Informationen im Rahmen der dritten Dimension durch eine zeitliche Komponente unterteilt, wodurch sich ein strategisches und ein operatives Spektrum herausbilden.²¹⁴

²¹¹ Vgl. Gleich et al. 2016, S.74-75, Internationaler Controller Verein 2015, S. 28-32 und Seiter et al. 2015, S. 468ff.

²¹² Vgl. Reichmann 2016, S. 308

²¹³ Vgl. Reichmann et al. 2016, S. 12

²¹⁴ Vgl. Ebenda, S. 6-7

Unter Nutzung dieser Kategorisierung entstehen nach REICHMANN somit die verschiedenen Controlling-Ausprägungen, wie dem strategischen und operativen Controlling, sowie eine Grundlage für die Unternehmenssteuerung der einzelnen Teilbereiche. Durch die verschiedenen Detailstufen im Informationssystem wird eine genaue Bewertung von der niedrigsten Prozessebene bis hin zu einer verdichteten Gesamtunternehmensbewertung ermöglicht. Ziel dieser Strukturierung ist die Gewährleistung einer entscheidungsebenenbezogenen und prozessdifferenzierten Informationsbereitstellung. Die Zielvorgaben der nachgeordneten Prozessstufen, leiten sich hierbei von den Vorgaben der übergeordneten Ebenen ab.²¹⁵

Da der Informationsprozess auf eine multidimensionale Sicht ausgerichtet ist, stehen als Instrumente vor allem hochkomplexe Datenbankanalysen und Reportings im Vordergrund, was sich in der Namensgebung widerspiegelt.²¹⁶ Durch konzeptionelle Datenbankschemata, sowie einer unternehmensweit standardisierten Informationsinfrastruktur und einer normierten Methodenbank, soll es möglich sein in allen Controlling-Ebenen die gleichen Instrumente anzuwenden und somit einheitliche Kennzahlen für die Unternehmenssteuerung zu erhalten.²¹⁷ Als Informationsquellen dienen innerhalb des Systems sowohl die internen Daten der Entscheidungsbereiche, welche auf der Basis von klassischen Bewertungsverfahren wie der Kosten- und Leistungsrechnung, der Aufwands- und Ertragsrechnung, sowie der zahlungsstromorientierten Rechnung erhoben werden, als auch externe Daten wie z.B. Markt- und Brancheninformationen. Die Aufgabe des Controllings ist es, so REICHMANN, diese Informationen aufzubereiten und die daraus resultierenden Berichte an die individuellen Informationsbedürfnisse des jeweiligen Adressaten in der benötigten Selektion und Verdichtung anzupassen, um somit eine führungsorientierte Entscheidungsbasis zu schaffen ²¹⁸

Für die Einordnung in das Ordnungsschema von Controlling-Konzeptionen und in die Controllertypen nach ZENZ wird deutlich, dass REICHMANN'S Konzeption stark zur ersten Gruppe und dem Informationsorientierten Ansatz tendiert.²¹⁹ Ersichtlich wird dies durch die stark auf den Prozess der Informationsversorgung ausgerichteten Ziel-

²¹⁵ Vgl. Reichmann et al. 2016, S. 8

²¹⁶ Vgl. Reichmann 2016, S. 314

²¹⁷ Vgl. Reichmann et al. 2016. 475

²¹⁸ Vgl. Ebenda, S. 11-12

²¹⁹ Vgl. Abbildung 15

stellung, sowie einer deutlichen Fokussierung auf Erfolgs- und Finanzziele. Die Funktionsbreite umfasst innerhalb der systemgestützten Controlling-Konzeption vor allem die Sicherung der Planung, Steuerung und Kontrolle, was sich auch mit der Ausprägung dieses Controllertyps deckt. Weiterhin sieht Reichmann die Hauptaufgabe für den Controller in der Durchführung des Prozesses, was in der Dimension der Funktionstiefe auf eine Konzentration auf den Systembetrieb schließen lässt.²²⁰

Dimension	Ausprägung					
Unternehmenszielbezug	Erfolgsziele		Finanzziele			
Funktionsbreite	Sicherung der Planung	Sicherung der Kontrolle			Sicherung der Informationsversorgung	
Funktionstiefe					Systembetrieb	

Abbildung 17 - Einordnung der systemgestützten Controlling-Konzeption²²¹

Für das Controlling von Industrie 4.0 Prozessen bietet REICHMANNNS Konzeption einen Ansatzpunkt, da sie einen Handlungsrahmen für die zunehmende Agilität, Flexibilität und Volatilität der komplexen Prozesse und Informationsketten bietet und in weiten Teilen den neuen Anforderungen an das Controlling gerecht wird.²²² Moderne IKT-Technologien wie Big Data, bieten für die komplexe Umsetzung eine technologische Basis, welche den von REICHMANN beschriebenen Analyseerfordernissen gerecht werden.²²³

REICHMANNNS Konzeption bietet somit einen Anhaltspunkt für die Ausgestaltung für das Controlling im Kontext von Industrie 4.0. In wieweit der starke Fokus auf die Aufgabenstellung der reinen Informationsversorgung den Ansprüchen an ein modernes Controlling gerecht wird, kann an dieser Stelle jedoch noch nicht beantwortet werden und wird im Rahmen der nachfolgenden Analyse genauer beleuchtet.

²²⁰ Vgl. Reichmann et al. 2016, S. 10

²²¹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Zenz 1999; S. 16

²²² Vgl. Kapitel 4.1 und 4.2

²²³ Vgl. Kapitel 2.5.5

5 Umsetzungsstrategien für Controlling 4.0

In diesem Kapitel sollen am Beispiel eines fiktiven mittelständischen Unternehmens auf der Basis von drei Szenarien die relevanten Veränderungen und Maßnahmen dargestellt werden, welche sich aus der Umsetzung von Industrie 4.0 ergeben. Hierbei werden exemplarisch Punkte genannt, welche für das digitale Controlling im Kontext der vierten industriellen Revolution von maßgeblicher Bedeutung sind.

5.1 Darstellung des Beispielunternehmens

Zur besseren Verdeutlichung der Veränderungen des Controllings im Rahmen von Industrie 4.0, sollen anhand der fiktiven, mittelständigen Schrauben und Muttern GmbH die wesentlichen Handlungsfelder und Maßnahmen dargestellt werden, welche sich aus verschiedenen Stufen der Umsetzung von Industrie 4.0 ergeben. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf den organisatorischen, technologischen und strukturellen Veränderungen, welche das Controlling betreffen. Das Beispielunternehmen soll zur Branche des verarbeitenden Gewerbes zählen. In dieser Branche hat sich gemäß einer Studie der IMPULS Stiftung Ende des Jahres 2015 jedes zehnte befragte Unternehmen intensiv mit der Thematik Industrie 4.0 auseinandergesetzt, sodass in dieser Branche noch erhebliche Entwicklungspotenziale existieren.²²⁴ Betrachtet man die ca. 690.000 KMU in Deutschland insgesamt, so zeigte eine weitere Studie der FRIEDRICH-EBERT-STIFTUNG, dass nur fünf Prozent der Fertigungsunternehmen eine umfassende, digitale Vernetzung in ihrem Unternehmen besitzen.²²⁵ Somit erscheint eine Fokussierung auf diesen Bereich als sinnvoller Ausgangspunkt für die weitere Analyse.

Nach der Darstellung des Status Quo, werden so in Szenario eins zunächst die Veränderungsprozesse zum Zeitpunkt vor und während einer langfristigen Integration einer Industrie 4.0 Strategie und der relevanten Technologien im Unternehmen aufgegriffen. Szenario zwei soll der Situationsanalyse während der technologischen Reife im Unternehmen dienen und zielt vor allem auf die digitalen Vernetzungsprozesse ab.

²²⁴ Vgl. Lichtblau et al. 2015; S. 8

²²⁵ Vgl. Schröder 2016, S. 6

Das dritte Szenario dient letztlich der Darstellung der vollständigen Vision von Industrie 4.0, welche neben einer vollständigen technologischen auch eine organisatorische Integration im Rahmen eines digitalen Wertschöpfungsnetzwerkes mit den Partnern, Zulieferern und Kunden des Unternehmens voraussetzt.

5.1.1 Allgemeine Unternehmensdaten

Die fiktive Schrauben und Muttern GmbH steht stellvertretend für ein mittelständiges Unternehmen, welches sich wie viele KMU mit der Thematik Industrie 4.0 auseinandersetzt. Das Unternehmen ist spezialisiert auf die Planung und Fertigung verschiedener Schrauben und Muttern, sowohl für den Privatkunden- als auch für den Großkundenmarkt. Das Unternehmen hat ca. 200 Mitarbeiter an 2 Standorten. Die weiteren Unternehmensspezifikationen sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.²²⁶

Tabelle 1 - Allgemeine Daten des Beispielunternehmens²²⁷

Das Beispielunternehmen: Schrauben und Muttern GmbH	
Branche	<ul style="list-style-type: none"> • Verarbeitendes Gewerbe
Mitarbeiter	<ul style="list-style-type: none"> • ca. 200 MA • verteilt auf 2 Standorte
Standorte	<ul style="list-style-type: none"> • Standort A: Sachsen - Deutschland (80 MA) <ul style="list-style-type: none"> ○ Zentrale Verwaltung und Sitz der Fachbereiche ○ Produktion von Kleinserien und Einzelanfertigungen ○ Prototypenfertigung • Standort B: Polen (ca. 120 Mitarbeiter) <ul style="list-style-type: none"> ○ Hauptproduktionsstandort
Umsatz / Gewinn 2015	<ul style="list-style-type: none"> • ca. 50. Mio. Umsatz • ca. 1,2. Mio. Gewinn
Produkte und Dienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Herstellung von Schrauben und Muttern <ul style="list-style-type: none"> ○ Standartteile nach DIN-Norm für Groß- und Einzelhandel ○ Spezialanfertigung für Automobil- und Maschinenbau ○ Sonderanfertigungen für spezifische Projekte • Dienstleistungen <ul style="list-style-type: none"> ○ Planung und Entwicklung von Produkten anhand von Kundendaten ○ Materialentwicklung in Kooperation mit Forschungseinrichtungen

²²⁶ Vgl. Tabelle 1

²²⁷ Eigene Darstellung, *Die Daten sind rein fiktiv, spiegeln kein reales Unternehmen wieder und dienen als Grundlage für die Darstellung der Veränderungen im Controlling*

Organisation	<pre> graph TD GF[Geschäftsführung] --> V[Verwaltung] GF --> E[Einkauf] GF --> PL[Produktion/Lager/Logistik] GF --> MV[Marketing/Vertrieb] GF --> C[Controlling] V --> P[Personal] V --> ITK[ITK] V --> B[Buchhaltung] V --> T[Technik] PL --> FE[F&E] PL --> SA[Standort A] PL --> SB[Standort B] </pre>
Vertriebsgebiet	<ul style="list-style-type: none"> Deutschland und EU

Das Beispielunternehmen soll ein Familienunternehmen sein, welches seit mehreren Generationen durch verschiedene Familienmitglieder geführt worden ist, jedoch in der Vergangenheit zunehmend auch externe Berater in die Firmenleitung mit integriert. Es existieren zwei Standorte, davon einer in Deutschland, welcher die Hauptzentrale darstellt und ein zweiter Produktionsstandort im europäischen Ausland, welcher direkt von der Hauptzentrale mitverwaltet wird und nur einen kleinen Verwaltungsstab besitzt.

Von den ca. 200 Mitarbeitern sind 8 in der erweiterten Geschäftsleitung, ca. 25 als Führungskraft, ca. 30 als Außendienstmitarbeiter oder in der Verwaltung und ca. 140 in der Produktion und Logistik tätig. Die Anzahl der Produktions- und Logistikmitarbeiter verändert sich z.T. abhängig von der Auftragslage und bedient sich bei Bedarf bei einem Personalleasingunternehmen.

Die allgemeine Unternehmenssituation kann als stabil bzw. stagnierend beschrieben werden, sodass sich nach einer starken Entwicklung in der vergangenen Dekade mit einer hohen Kapitalrendite, in den letzten Jahren eine schleichende Verschlechterung der Situation eingestellt hat. Das Controlling des Beispielunternehmens sieht den Hauptgrund für diese Situation in einem Investitionsstau an beiden Standorten des Unternehmens, wodurch die Wettbewerbsfähigkeit leidet. Die Eigenkapitalbasis und die Liquidität ist solide und würde Investitionen zulassen. Durch die zunehmende Globalisierung und dem wachsenden Konkurrenzdruck, prognostizieren die Verantwortlichen jedoch mittelfristig eine spürbare Verschlechterung der Unternehmenssituation,

sodass ein Handlungsbedarf existiert. Entsprechend der Branche besteht zudem eine hohe Abhängigkeit von den Zulieferern und Kunden des Unternehmens.

Die IT-Infrastruktur des Unternehmens ist gemeinsam mit dem Unternehmen gewachsen, besitzt jedoch keine zentrale Datenbank, kein Management-Informationssystem und ist nicht standardisiert. So besitzen die beiden Standorte jeweils eigenständige Softwarelösungen, welche in den letzten Jahren bei Bedarf angeschafft wurden und nur begrenzt miteinander verknüpft sind, jedoch mit vertretbarem finanziellem Aufwand eine Vernetzung ermöglichen würden. Die Wartung der IKT wird durch ein externes Unternehmen durchgeführt, sodass diesbezüglich innerhalb des Unternehmens nur ein begrenztes Knowhow vorhanden ist. Die interne IT-Abteilung in der Unternehmenszentrale besteht aus drei Mitarbeitern, welche für die Datenbanken und die Technologieauswahl am Hauptsitz verantwortlich sind.

Entsprechend dem Organigramm des Beispielunternehmens ist das Controlling als eigenständige Abteilung aufgestellt und besteht aus drei Mitarbeitern am Hauptstandort, welche direkt der Geschäftsleitung und dem kaufmännischen Leiter unterstellt sind. Aufgrund der Unternehmensgröße existieren keine gesonderten Controllingbereiche, sodass die Mitarbeiter, soweit wie möglich, alle Prozesse des strategischen und operativen Controllings entsprechend eines Jahresrahmenplans bearbeiten.

Das Controllingsystem ist auf die Informationsversorgung der Geschäftsführung ausgerichtet und basiert auf der Erstellung von Planungsrechnungen, Abweichungsanalysen und monatlichen Reportings. Der Fokus liegt auf der strategischen Führungsunterstützung und die formulierten Pläne sind recht unflexibel. Durch das Fehlen einer zentralen Datenhaltung und -erfassung, sind die Abläufe der Informationsgewinnung langwierig und verhindern eine rasche Anpassung der Pläne auf veränderte Rahmenbedingungen. Weiche Faktoren und externe Informationen nehmen durch die Konzentration auf die unternehmensinternen Daten des Rechnungswesens und der Produktion nur eine untergeordnete Rolle ein. Insgesamt kann im Beispielunternehmen das aktuelle Controlling als zweckorientiert, jedoch als unflexibel angesehen werden.²²⁸

²²⁸ Beispiel in Anlehnung an: Schmid-Gundram 2016, S. 162ff und Bundesministerium für Sicherheit und Informationstechnik 2006, S. 2

5.1.2 Veränderungsprozesse im Rahmen des Controllings

Nach der Darstellung der Ausgangssituation soll nun anhand von drei aufeinander aufbauenden Szenarien ein Überblick über die relevanten Transformationsprozesse des Controllings im Rahmen der Integration von Industrie 4.0 Technologien und Strukturen aufgezeigt werden. Die Basis für die weitere Darstellung stellt die Annahme dar, dass die Geschäftsführung der Schrauben und Muttern GmbH sich eingehend mit der Thematik und den Möglichkeiten von Industrie 4.0 beschäftigt hat und nun erwägt entsprechend ihrer finanziellen Möglichkeiten und der Nutzung von Fördermitteln ein grundlegendes und weitreichendes Investitions- und Modernisierungsprogramm anzustoßen, um langfristig für die sich verändernden Rahmenbedingungen der Globalisierung und Digitalisierung gewappnet zu sein. Der Fokus der Betrachtung soll hierbei vor allem auf die wesentlichen Aufgabenschwerpunkte des Controllings ausgerichtet werden und erläutern wie sich dieses an die neuen Anforderungen anpassen muss. Die Änderungen innerhalb der Produktion und den weiteren Fachbereichen, werden somit nicht thematisiert, da diese in der aktuellen Literatur zur Thematik Industrie 4.0 schon sehr umfangreich beschrieben worden sind.²²⁹

Szenario eins startet unmittelbar am Beginn der Ausgangssituation und geht davon aus, dass das Beispielunternehmen sich konkret mit der Modernisierung und Digitalisierung auseinandergesetzt hat und nun einen Plan für die Umsetzung der Maßnahmen benötigt. Im Vordergrund dieser Betrachtung steht die Rolle des Controllings in diesem Prozessstadium und welche relevanten Aufgabenfelder in dieser Situation bewältigt werden müssen. Ziel ist es hierbei einen Überblick über die verschiedenen Prozesse zu erlangen, welche zusätzlich zum regulären Tagesgeschäft theoretisch von Nöten sind und welche zusätzlichen Kompetenzen zur Bewältigung dieser Aufgaben erforderlich werden.

Unter der Annahme, dass die Einführungsphase von Industrie 4.0 innerhalb des Beispielunternehmens ein Erfolg gewesen ist, die ersten relevanten Investitionsmaßnahmen durchgeführt worden sind und somit die technologische Basis für eine Nutzung der neuen Möglichkeiten von Industrie 4.0 existiert, soll im Rahmen des zweiten Sze-

²²⁹ Weiterführende Literatur zu diesem Thema z.B.: Bauernhansl et al. 2014; Roth 2016; Kagermann et al. 2013

narios auf die sich nun veränderten Prozesse und Möglichkeiten des Controllings eingegangen werden. Anhand von verschiedenen Beispielen, werden so die Veränderungen der Aufgabenfelder und Controllingprozesse, unter Berücksichtigung der nun verfügbaren technologischen Möglichkeiten und der sich wandelnden Abläufe im Unternehmen, genauer definiert. So werden ausgehend von den Annahmen zu den Veränderungen der Controlling-Hauptprozesse verschiedene Anwendungsoptionen im Rahmen eines digitalen Controllings erläutert. Die Basis bildet hierbei die aktuelle Fachliteratur, welche bereits verschiedene Anwendungsfälle im Bereich „Controlling 4.0“ beschreibt.²³⁰ Ziel ist es einen Überblick über die neuen Methoden und Anwendungsoptionen im Rahmen der Digitalisierung abzubilden.

Das dritte Szenario basiert auf der Annahme, dass bei der Schrauben und Muttern GmbH eine vollständige technologische und organisatorische Umsetzung von Industrie 4.0 erfolgt ist, sodass als nächster Schritt die konsequente Schaffung eines digitalen Wertschöpfungsnetzwerkes im Rahmen einer vertikalen Integration mit den vor- und nachgelagerten Partnern, Lieferanten und Kunden erfolgen könnte und somit das Ziel der vierten industriellen Revolution erreicht wäre. Die Darstellung erfolgt hierbei unter der Maßgabe, dass auch die Partnerunternehmen die technologischen und organisatorischen Voraussetzungen von Industrie 4.0 erfüllen. Thematisiert werden hierbei die Chancen und Risiken, welche sich zum einen aus einer gemeinsamen Datennutzung innerhalb des Controllings ergeben würden und zum anderen welche Formen der Organisation des Controllings letztlich für diese neuen Rahmenbedingungen benötigt werden. Ziel soll hierbei eine Auseinandersetzung mit der Möglichkeit eines unternehmensübergreifenden Controllings sein.

Zu berücksichtigen ist bei den dargestellten Szenarien, dass diese auf dem aktuell verfügbaren Wissensstand zur Organisation der Unternehmenssteuerung von I4.0 Prozessen aufgebaut sind. Da es sich bei Industrie 4.0 jedoch um eine Thematik handelt, deren Auswirkungen noch nicht vollständig abgeschätzt werden können, stellen die nachfolgenden Ausführungen nur eine Momentaufnahme und eine potenzielle Variante bezüglich der tatsächlichen zukünftigen Entwicklung der vierten industriellen Revolution dar, deren tatsächliches Potenzial sich erst in der Zukunft zeigen wird.

²³⁰ Vgl. Kapitel 4.1

5.2 Szenario 1: Die Phase der Einführung von Industrie 4.0

Ausgehend von der Annahme, dass sich die Geschäftsführung der Schrauben und Muttern GmbH dazu entschieden hat ein weitreichendes Investitionsprogramm anzustoßen, welches alle Unternehmensbereiche umfassen und nachhaltig deren Prozesse verändern wird, muss auch das Controlling des Unternehmens aktiv werden um den Transformationsprozess zum Erfolg zu führen. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass gerade mittelständige Unternehmen, wie das Beispielunternehmen, zwar sehr stark an der Thematik Industrie 4.0 interessiert sind, jedoch vor andere Herausforderungen gestellt werden als kapitalintensive Großunternehmen.²³¹ Die meist begrenzten Ressourcen, eine starke Anfälligkeit gegenüber Marktschwankungen und eine häufig geringe Finanzkraft sind demzufolge die Haupthindernisse bei Investitionsprojekten für Unternehmen wie in gewählten Beispiel.²³²

Hinzu kommt in den meisten Fällen, dass eine langfristige Strategie fehlt, welche die neuen technologischen Möglichkeiten in das bestehende Konzept des Unternehmens integriert und es ermöglicht über neue Anwendungsmöglichkeiten und Geschäftsmodelle nachzudenken. Da Industrie 4.0 gleichzeitig einen hohen Standardisierungsgrad vor allem bei den IKT-Technologien, der Datenhaltung und -sicherheit voraussetzt, stellt auch dies ein Themenfeld dar, welches es zu beachten gilt, ehe überhaupt eine digitale Produktion sinnvoll implementiert werden kann.²³³ Somit ergeben sich zahlreiche Aufgabenschwerpunkte, welches es zunächst zu bewerten gilt und woraus sich die ersten relevanten Aufgaben des Controllings ableiten.

Die aufgeführten Punkte stellen nur einen Bruchteil, der Themenfelder dar, welche die Schrauben und Muttern GmbH im Vorfeld eines Projektbeginns berücksichtigen muss. Um das tatsächliche Potenzial von Industrie 4.0 auszuschöpfen muss die Unternehmensführung eine ganzheitliche, strategische Analyse des Unternehmens veranlassen, um eine Informationsbasis für das weitere Vorgehen zu erhalten. Weiterhin sollten durch die Geschäftsführung konkrete Zielvorgaben definiert werden, welche den Ausgangspunkt für alle weiteren Schritte darstellen. Für das Beispielunternehmen könnten langfristige Ziele z.B. eine Festigung der Marktposition gegenüber der zunehmenden

²³¹ Vgl. Schröder 2016; S. 11 und Kapitel 2.3

²³² Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015c; S. 42-43

²³³ Vgl. Schröder 2016, S. 11-12

internationalen Konkurrenz, eine langfristige Flexibilisierung der Produktion oder eine stärkere Kundenwunschorientierung sein²³⁴

Da im Fokus von Industrie 4.0 vor allem IKT- und Produktionstechnologien im Vordergrund stehen, empfiehlt sich zur Bewältigung, vor allem bei der internen Behandlung, die Bildung eines bereichsübergreifenden Projektteams um das Knowhow für die Berücksichtigung aller relevanten Aspekte zu bündeln. Für die Schrauben und Muttern GmbH würde sich so z.B. ein Team bestehend aus Mitgliedern der Geschäftsführung, der Produktion, der IT-Abteilung und dem Controlling empfehlen. Ziel sollte es dabei sein, eine umfassende Geschäftskenntnis zu vermitteln, um z.B. die Controllingverantwortlichen für die sonstigen betrieblichen Prozesse zu sensibilisieren.²³⁵ Für das Controlling bedeutet dies bereits jetzt, dass das kleine Controllerteam prüfen sollte, ob die personellen Ressourcen und die erforderlichen Qualifikationen überhaupt vorhanden sind, um diese zusätzlichen Aufgaben erfüllen zu können, da das eigentliche Tagesgeschäft nicht vernachlässigt werden kann.²³⁶

Sollte die Überprüfung dieser Grundvoraussetzungen z.B. für die IT-Abteilung negativ ausfallen, bestünde neben der Suche von zusätzlichen geeigneten Personal die Möglichkeit externe Spezialisten bereits in diesem Stadium mit zu integrieren, um somit eine geeignete Ausgestaltungsform für ein I4.0 Projekt zu finden.²³⁷ Für den weiteren Verlauf wird für die Controlling-Abteilung im Beispielunternehmen angenommen, dass keine externe Unterstützung erforderlich ist.

Um die Geschäftsführung im Rahmen der Vorbereitung unterstützen zu können, empfiehlt sich für die Controlling-Abteilung als Vorbereitung für die weiteren Schritte der Aufbau eines separaten Projekts, um im Rahmen eines vom Tagesgeschäft losgelösten Projektcontrollings einen Ordnungsrahmen für das weitere Vorgehen zu schaffen. Dabei ist es von Vorteil frühzeitig Meilensteine zu definieren und Instrumente zur Erfolgsmessung, sowie einen Kommunikationsplan zu den weiteren Abteilungen zu schaffen um die Projektabwicklung erfolgreich umzusetzen.²³⁸ Der Projektablauf für

²³⁴ Vgl. Roth 2016, S. 88 und Spath 2013, S. 135

²³⁵ Vgl. Internationaler Controller Verein 2015, S. 40

²³⁶ Vgl. Fiedler 2014, S.129

²³⁷ Vgl. Obermaier 2016, S. 47

²³⁸ Vgl. Hubert 2016, S. 202ff.

das Controlling erfordert hierfür eine Strategie, welche zum einen eine Berücksichtigung der zentralen Paradigmen von Industrie 4.0 ermöglicht und zum anderen die wesentlichen strategischen Handlungsfelder des Unternehmens umfasst.

Bezogen auf die Gesamtunternehmung empfiehlt sich zu Beginn eines I4.0 Transformationsprozesses eine Ist-Analyse basierend auf den wesentlichen technologischen Themenfeldern, welche die digitale Produktion zukünftig prägen werden. Ergänzt wird diese durch eine tiefgreifende Analyse der Wettbewerber, der Kunden, sowie der internen organisatorischen und technologischen Strukturen, woraus sich die relevanten Themenfelder und potenzielle Ziele für die Gesamtunternehmung ergeben.²³⁹

Ziel ist es ein einheitliches Maßnahmenpaket für alle Fachbereiche des Unternehmens zu erstellen, woraus sich letztlich die weiteren Einzelpläne für eine erfolgreiche Transformation ableiten lassen. Gerade bei der Datenerhebung für die Analyse der strategischen Handlungsfelder liegt die Hauptverantwortung im Regelfall beim Controlling²⁴⁰

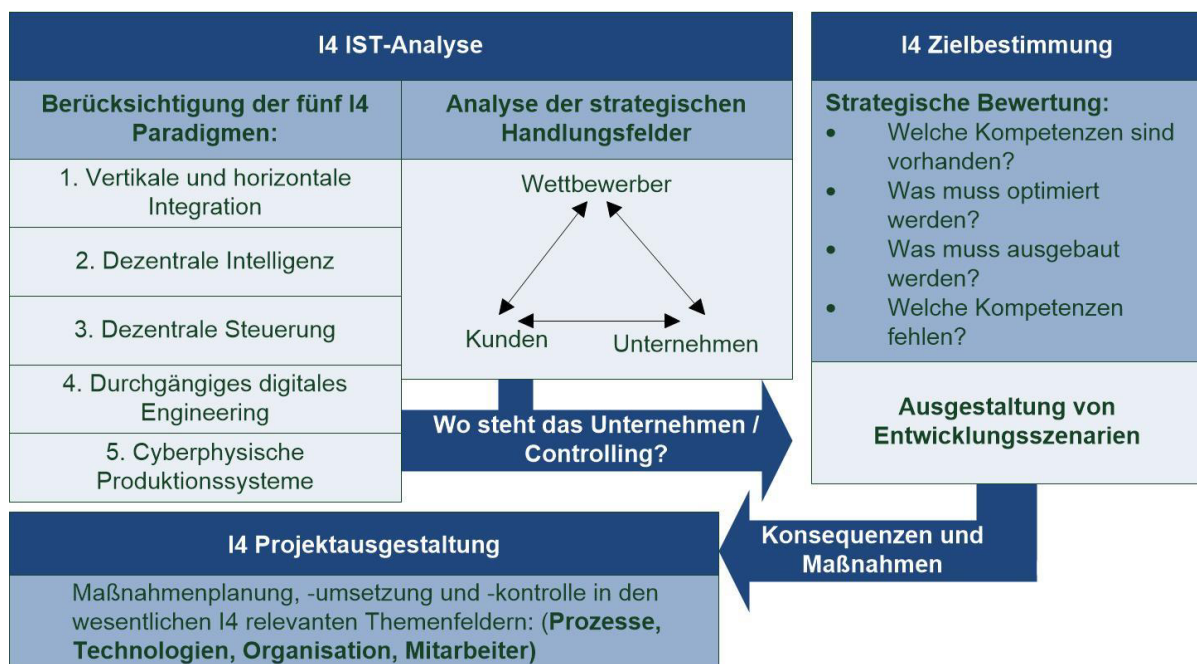


Abbildung 18 - Einführungsstrategie für Industrie 4.0²⁴¹

²³⁹ Vgl. Abb. 18 und Roth 2016, S. 96ff.

²⁴⁰ Vgl. Ebenda

²⁴¹ Eigene Darstellung in Anlehnung an: Roth 2016, S. 96

5.2.1 Querschnittsaufgaben im Gesamtunternehmenskontext

Für die Analyse der strategischen Handlungsfelder bietet die Controlling Theorie verschiedene Instrumente und Kennzahlen, welche verwendet werden können um eine valide Datenbasis zu schaffen. In Industrieunternehmen, wie der Schrauben und Muttern GmbH, steht im Rahmen der internen Analyse vor allem eine Erfassung und Auswertung der Maschinendaten aus der Produktion im Vordergrund. Hierzu gehören z.B. strategische Detailwerte und Kennzahlen wie z. B. die Working Capital Ratio oder die Materialintensität, und operative Werte mit einem Fokus auf den Absatz und die Produktion, wie z. B. der Auftragsbestand, die Maschinenauslastung oder die Gesamtanlageneffektivität.²⁴² Für die Handlungsfelder der Kunden- und Wettbewerber-Analyse eignen sich wiederum verschiedene Analyseformen, wie z.B. die Umfeldanalyse, die Marktanalyse, die Konkurrenzanalyse oder eine Branchenstrukturanalyse, deren Ergebnisse anschließend im Rahmen eines Benchmarkings mit den eigenen Daten verglichen werden können.²⁴³ Die Analyse sollte sich dabei an den Zielen der Gesamtunternehmung orientieren um eine valide Entscheidungsbasis zu schaffen.²⁴⁴ Da diese Analyse von Unternehmen zu Unternehmen verschieden ausfallen wird, erscheint es als sinnvoll den tatsächlichen Umfang und die relevanten Daten im Rahmen des Projektteams zu definieren.

Unter der Annahme, dass die Geschäftsführung der Schrauben und Muttern GmbH mit Unterstützung des bereichsübergreifenden Projektteams einen ersten Rahmenplan für die weitere Umsetzung der Modernisierung beschlossen hat, liegt es nun in der Verantwortung der Controlling-Abteilung, nach der ersten bereichsübergreifenden Bestandsaufnahme, sich auf deren Kernkompetenz im Rahmen der Informationsversorgung zu konzentrieren. Der INTERNATIONALE CONTROLLER VEREIN empfiehlt in diesem Stadium die Erstellung eines Rahmenplans in Form einer Roadmap, welche die wesentlichen Handlungsfelder zeitlich strukturiert und in einen Kontext zu den Vorgängen in den anderen Fachbereichen, wie der Produktion und der IKT, setzt. Es werden neun wesentliche Schritte empfohlen, welche durch die Controlling-Abteilung im Rahmen der Transformation bearbeitet werden sollten. Dabei erfolgt die Planung im Rahmen einer Zweiteilung, woraus sich die zwei Hauptaufgaben für das Controlling

²⁴² Vgl. Schmid-Gundram 2016, S.

²⁴³ Vgl. Amann und Petzold 2014, S. 55-56

²⁴⁴ Vgl. Roth 2016, S. 96

ableiten lassen, welche zum einen darin bestehen die Gesamtunternehmung aktiv zu unterstützen und zum anderen die eigenen Strukturen an die zukünftigen Prozesse anzupassen.²⁴⁵ Für das Beispielunternehmen wird hierbei definiert, dass die Schritte 1. bis 7. in die Einführungsphase, also in das erste Szenario fallen und die Schritte 8. und 9. im Rahmen des zweiten Szenarios aufgegriffen und genauer erläutert werden.



Abbildung 19 – Beispiel-Roadmap für das Controlling²⁴⁶

Aufbauend auf den Ergebnissen der Ist-Analyse und den Zielen der Geschäftsführung gilt es zunächst eine speziell auf Industrie 4.0 zugeschnittene Strategie zu entwickeln. Die Aufgabe der Controlling-Abteilung liegt hierbei darin gemeinsam mit den anderen Verantwortlichen die zukünftig relevanten Anwendungsfelder zu identifizieren und ihr Erfolgspotenzial zu bewerten.²⁴⁷ Für die Controller des Beispielunternehmens bedeutet dies, dass sich Ihre Rolle bereits in diesem frühen Stadium von der Aufgabe der reinen Informationsversorgung wegbewegt und sie sich stärker in die Rolle eines aktiven Partners für die Geschäftsführung versetzen müssen, um diese bei der Bewertung der neuen Herausforderungen zu unterstützen.²⁴⁸ Ziel ist es die Geschäftsführung bei der Definition einer Soll-Situation zu beraten, welche auf den Ergebnissen der Ist-Analyse fundiert ist. In diesem Stadium empfiehlt es sich Ressourcen für die Information der Gesamtbelegschaft bereitzustellen, da die frühzeitige Kommunikation des Vorhabens und eine interdisziplinäre Integration im Rahmen von Workshops und Protokollen den Transformationsprozess unterstützen können.²⁴⁹

²⁴⁵ Vgl. Abbildung 19

²⁴⁶ Eigene Darstellung, In Anlehnung an Internationaler Controller Verein 2015, S. 43

²⁴⁷ Vgl. Internationaler Controller Verein 2015, S. 43

²⁴⁸ Vgl. Horváth 2015, S. 14

²⁴⁹ Vgl. Gleich et al. 2016, S. 93

Zu den Instrumenten für die Entwicklung, Formulierung und Umsetzung einer Strategie auf der Basis einer übergeordneten Unternehmensplanung zählt nach HOVÀRTH vor allem die Balance Scorecard, welche bereits eine bekannte Methode zur Erstellung eines strategischen Handlungsrahmen darstellt.²⁵⁰ Hier erscheint eine Weiterentwicklung als sinnvoll, da die bereits jetzt vorhandene enorme Marktkomplexität und die zunehmende Bedeutung des Kunden als Stakeholder Veränderungen erfordert.²⁵¹ Ein Instrument, welches beispielsweise bereits jetzt die Arbeit der Controller unterstützen könnte, stellt die Integrated Balanced Scorecard dar, welche eine Berücksichtigung von nichtfinanziellen Leistungsfaktoren ermöglicht und angelehnt an den Kapitalarten des International Integrated Reporting Council einen Überblick zu allen relevanten finanziellen und nichtfinanziellen Faktoren bieten kann. Dadurch sollen die Zusammenhänge dieser Faktoren erfasst, deren Steuerung ermöglicht und die Basis für die Ausgestaltung einer integrierten Berichterstattung geschaffen werden.²⁵²



Abbildung 20 - Integrated Balanced Scorecard²⁵³

Durch die Ergänzung der klassischen Werte des Finanz-, Produktions- und Humankapitals durch weiche Faktoren, zu denen das intellektuelle Kapital, das Beziehungskapital und das natürliche Kapital gehören, können ganzheitliche Unternehmensvisionen und -strategien auf der Basis von mehrdimensionalen Ursache-Wirkungs-Ketten beschrieben werden, welche vor allem bei der weiteren Entwicklung von Industrie 4.0 zunehmend an Bedeutung gewinnen.²⁵⁴

²⁵⁰ Vgl. Gleich et al. 2016, S. 114-115 und Punkt 3.2.1

²⁵¹ Vgl. Obermaier 2016, S.97

²⁵² Vgl. Freidank und Hinze 2016, S. 318

²⁵³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Freidank und Hinze 2016; S. 321-323

²⁵⁴ Vgl. Abbildung 20

Da für KMUs, wie dem Beispielunternehmen, vor allem der Faktor der Kosten von wesentlicher Bedeutung ist und diese bei den Transformationen zur digitalen Produktion nicht unerheblich sind, stellt die Investitionsbewertung ein weiteres wesentliches Aufgabenfeld für die Controlling-Abteilung der Schrauben und Muttern GmbH dar. Die Ausgangspunkte stellen dabei erneut die Analyse des in diesem Fall technologischen IST-Zustands der Unternehmung sowie die zuvor definierten Ziele dar.²⁵⁵ Speziell für die Technologien von Industrie 4.0 existieren seitens des BMWi Klassifizierungen, welche zum einen die Bestimmung des technologischen Reifegrades der Produktionsmittel eines Unternehmens ermöglichen und somit die relevanten Technologien definieren, welche bei einer Betrachtung von Industrie 4.0 für das Unternehmen essentiell sind. Zum anderen bietet diese Form der Reifegradbewertung eine Möglichkeit zur Einschätzung der wirtschaftlichen Potenziale für die jeweiligen I4.0 Technologien. Durch die Überprüfung des technologischen Reifegrades entsteht somit ein Baustein, welcher für die Analyse des Ist-Zustandes benötigt wird und dem Unternehmen eine grobe Bewertung der zukünftig relevanten I4.0 Technologien ermöglicht.²⁵⁶ Es gilt diese Betrachtung an die jeweilige Branche und die individuelle Unternehmenssituation anzupassen. Die tatsächliche Auswahl der neuen Technologien liegt weiterhin in der Verantwortung anderer Funktionsbereiche und der Geschäftsführung. Somit nimmt das Controlling erneut eine Unterstützungsfunktion im Rahmen des Entscheidungsprozesses bei der Informationsaufbereitung und der Risikobewertung ein.²⁵⁷

Für die Darstellung der Möglichkeiten der Investitionsbewertung wird im laufenden Beispiel angenommen, dass die Schrauben und Muttern GmbH über die Einführung eines Manufacturing Execution Systems nachdenkt.²⁵⁸ Die Einführung eines MES hat das Ziel ein digital vernetztes Gesamtsystem zu schaffen, welches der technischen und betriebswirtschaftlichen Informationsverarbeitung dient und dementsprechend die Produktivität erhöhen kann. Weiterhin stellt ein MES eine Basistechnologie im Rahmen von Industrie 4.0 dar, welche vor allem den Kommunikationsprozess bei komplexen Produktionsabläufen deutlich verbessern soll.²⁵⁹ Die Funktionsweise entspricht somit

²⁵⁵ Vgl. Westkämper et al. 2013, S. 13

²⁵⁶ Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015c, S. 22 und Anlagen 1 und 2

²⁵⁷ Vgl. Internationaler Controller Verein 2015, S. 43

²⁵⁸ Vgl. Abbildung 21

²⁵⁹ Vgl. Obermaier und Kirsch 2015, S. 494-495

der Beschreibung eines cyberphysischen Produktionssystems, welches wie bereits beschrieben den Schlüssel für die Industrie 4.0 Transformation darstellt.²⁶⁰



Abbildung 21 - Integration eines MES in die IT-Gesamtarchitektur eines Industriebetriebs²⁶¹

Entsprechend des Vorgehens bei der Strategiefindung, steht auch im Rahmen der Investitionsbewertung eine Ist- und Soll-Analyse der Prozesse in der Fertigung im Vordergrund, um einen Rahmenplan für den geforderten Systemumfang zu ermitteln und einen Überblick über die weiteren notwendigen Investitionen zu erhalten. Für das Controlling sind hierbei vor allem Analysen von entscheidender Relevanz, welche Rationalisierungspotenziale in den Teilprozessen abbilden können. Im Rahmen der Potenzialanalyse gilt es letztlich die quantitativen, monetären und quantitativen Faktoren verschiedener Investitionsvarianten zu vergleichen. Die messbaren und monetär bewertbaren quantitativen Faktoren dienen der Bewertung der eigentlichen Rationalisierungspotenziale und beurteilen z.B. die Einsparpotenziale im Vergleich zum Ist-Zustand.²⁶² Die qualitativen Faktoren bestimmen in wieweit Investitionen den Zielvorgaben der Sollanalyse entsprechen. Unterschieden werden hier z.B. sechs Wirkungsklassen, welche nach OBERMAIER wie folgt lauten:

- die Produktqualität,
- die Prozessqualität,
- die Termintreue,
- die Flexibilität,
- der Grad der Transparenz
- die Möglichkeiten der Standardisierung²⁶³

²⁶⁰ Vgl. Kapitel 2.5.7

²⁶¹ Eigene Darstellung in Anlehnung an: Obermaier und Kirsch 2015, S. 494

²⁶² Vgl. Abbildung 22 und Obermaier et al. 2015; S. 488ff.

²⁶³ Vgl. Obermaier et al. 2015; S. 488ff.

Abhängig von der individuellen Gewichtung der Faktoren und Kennzahlen, kann das Controlling somit im Rahmen einer Investitionsbewertung eine entscheidende Rolle einnehmen und die Geschäftsführung auch bei anderen Technologieauswahlverfahren mit Informationen unterstützen. Verfahren, welche für die Bewertung weiterhin angewendet werden könnten, wären die Amortisationsrechnung, der klassische Kostenvergleich und die Rentabilitätsrechnung, welche jedoch nur eine geringe Genauigkeit aufweisen und recht statisch sind. Exaktere, dynamische Methoden wie die Kapitalwertmethode, die interne Zinssatzmethode oder die Annuitätsrechnung ermöglichen exaktere Bewertungen, weisen jedoch eine deutlich höhere Komplexität auf.²⁶⁴

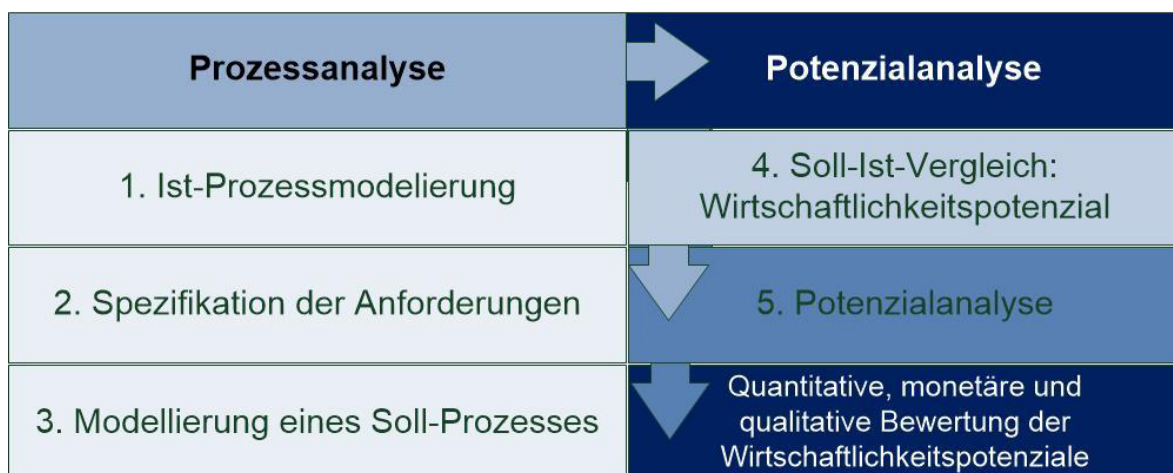


Abbildung 22 - Modell zur Wirtschaftlichkeitsanalyse für Industrie 4.0-Basistechnologien²⁶⁵

Im Rahmen des Transformationsprozesses von Industrie 4.0 eröffnen sich für das Unternehmen perspektivisch auch verschiedene Möglichkeiten zur Erschließung von neuen Geschäftsmodellen, welche vor allem durch die verschiedenen Chancen der Digitalisierung entstehen könnten. Das Controlling kann auch hier die Geschäftsführung unterstützen indem es durch verschiedene Business Case Betrachtungen die Potenziale verschiedener Szenarien bewertet.²⁶⁶ So könnte das Beispielunternehmen entsprechend der Vorstellung des BMBF durch eine Investition in automatisierte und flexible Maschinen auch Kleinserien kostendeckend produzieren und somit noch individuellere Kundenwünsche erfüllen.²⁶⁷

²⁶⁴ Vgl. Bauer 2012, S. 333-334

²⁶⁵ Eigene Darstellung, in Anlehnung an Obermaier et al. 2015, S. 487

²⁶⁶ Vgl. Internationaler Controller Verein 2015, S. 43

²⁶⁷ Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung 2013a, S. 13

Um die Geschäftsführung bei der Geschäftsmodellinnovation zu unterstützen, bietet sich für das Controlling auch hier ein strukturiertes Vorgehen an, um im jeweiligen Stadium die relevanten Informationen bereitstellen zu können. Ausgangspunkt sollte auch hier eine Analyse des Ist- und Soll-Zustandes sein, um im Rahmen einer Szenario-Erstellung, welche die in- und externe Unternehmenssicht berücksichtigt, die Geschäftsmodellveränderungen zu identifizieren, welche das größte Potenzial aufweisen.²⁶⁸ Zur Identifikation der Erfolgs und Nutzenpotenziale bieten sich auch hier die klassischen Controlling-Instrumente wie eine Stärken-Schwächen-Analyse, die Wettbewerberanalyse oder die klassische Marktanalyse an um in Kombination mit den Ergebnissen aus dem Prozess der Unternehmensstrategiefindung, der internen Unternehmensbewertung, sowie der im Rahmen der Investitionsbewertung ausgewählten technologischen Möglichkeiten, eine möglichst genaue Informationsbasis für die Entscheidungsfindung aufzubauen.²⁶⁹



Abbildung 23 - Ablauf einer Geschäftsmodellinnovation im Kontext von Industrie 4.0²⁷⁰

Insgesamt zeigt sich für die Aufgaben des Controllings im Gesamtunternehmenskontext die Notwendigkeit einer zunehmenden Vernetzung mit den anderen Funktionsbereichen, was für das Beispielunternehmen vor allem für die interdisziplinäre Kommunikation und Kooperation eine große Herausforderung darstellen kann. Somit müssen auch hier im Vorfeld Regeln und Bedingungen geschaffen werden um diesen Prozess erfolgreich umzusetzen.²⁷¹

²⁶⁸ Vgl. Abbildung 23 und Obermaier 2016, S. 282ff.

²⁶⁹ Vgl. Ebenda

²⁷⁰ Eigene Darstellung; In Anlehnung an Obermaier 2016, S. 282

²⁷¹ Vgl. Obermaier 2016, S. 282ff.

5.2.2 Controlling-spezifische Aufgabenfelder

Nachdem die Querschnittsaufgaben für die Controlling-Abteilung der Schrauben und Muttern GmbH definiert sind, besteht genau wie für die anderen Fachbereiche die Notwendigkeit die eigenen Prozesse und Kompetenzen an die zukünftigen Anforderungen anzupassen. Entsprechend der Roadmap zur Integration von Industrie 4.0 steht die Definition der neuen Anforderungen an das Controlling an erster Stelle im Rahmen der weiteren Planung. Ziel ist es hierbei die im Gesamtunternehmenskontext beschlossenen strategischen Transformationen in eine grundlegende Controlling-Strategie zu überführen und das Controllingsystem, sowie seine Prozesse und Instrumente, an die unternehmensspezifischen Industrie 4.0 Erfordernisse anzupassen.²⁷² Für das Beispielunternehmen bedeutet dies, dass zunächst eine Überprüfung des bestehenden Systems erfolgen sollte, um zu bestimmen welchen Umfang das Controlling überhaupt haben müsste, um den veränderten Erfordernissen gerecht zu werden. Ein Beispiel für den Mindestumfang für ein modernes, mittelständiges Controlling definiert z.B. SCHMID-GUNDRAM, dessen Anforderungen in diesem Fall auch für das Beispielunternehmen gelten sollen.²⁷³

	Strategisch	Operativ	Weiche Faktoren	Externe Trends
Inhaltsrubrik	<ul style="list-style-type: none"> • GUV / Rentabilität • Bilanz • Liquidität 	<ul style="list-style-type: none"> • Angebote/ Aufträge • Auslastung/ Produktivität • Leistungserbringung 	<ul style="list-style-type: none"> • Vision / Mission • Mitarbeiterführung 	<ul style="list-style-type: none"> • Marktentwicklung • Wettbewerber • Lieferanten
Datenart	<ul style="list-style-type: none"> • IST • Plan/HR/FC • Abw./Tendenz 	<ul style="list-style-type: none"> • IST • Plan • Abw./Tendenz 	<ul style="list-style-type: none"> • IST • Plan/ • Abw./Tendenz 	<ul style="list-style-type: none"> • IST • Plan/HR/FC • Abw./SWOT
Detaillierung	<ul style="list-style-type: none"> • aggregiert • detailliert 	<ul style="list-style-type: none"> • aggregiert • detailliert 	<ul style="list-style-type: none"> • aggregiert • detailliert 	<ul style="list-style-type: none"> • aggregiert • detailliert
Visualisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Text • Zahlen • Indikatoren • Graphiken 	<ul style="list-style-type: none"> • Text • Zahlen • Indikatoren • Graphiken 	<ul style="list-style-type: none"> • Text • Zahlen • Indikatoren • Graphiken 	<ul style="list-style-type: none"> • Text • Zahlen • Indikatoren • Graphiken

Abbildung 24 - Mindestumfang für ein modernes, mittelständiges Controlling²⁷⁴

²⁷² Vgl. Internationaler Controller Verein 2015, S. 43

²⁷³ Vgl. Abbildung 24

²⁷⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an: Schmid-Gundram 2016. S. 17

Angewendet auf das Controlling des Beispielunternehmens würde bereits dieser Mindestumfang eine drastische Erweiterung des Aufgabenspektrums bedeuten. So wird deutlich, dass die geforderten Detailgrade, vor allem bei der strategischen und externen Trend-Betrachtung durch neue Anforderungen an die Plan- und Hochrechnung, den Forecast, sowie deren graphische Aufbereitung das Spektrum stark erweitern. Ziel muss daher die Bereitstellung einer ausgewogenen Datenbasis sein, welche strategische, operative, weiche und externe Informationen beinhaltet.²⁷⁵

Um dies zu erreichen muss zunächst in Abstimmung mit der Geschäftsführung der Stellenwert des Controllings im Unternehmen, sowie die Einbindung in die Organisation, neu definiert und festgelegt werden, um auf dieser Basis die neuen notwendigen personellen, prozessualen und technischen Voraussetzungen zu schaffen. Erst wenn diese Entscheidungen getroffen sind, können detaillierte Ziele und der Systemumfang, z.B. auf Basis des dargestellten Schemas, präzisiert und die relevanten Information festgelegt werden. Weiterhin muss an dieser Stelle eine Überprüfung der Datenquellen erfolgen um die Basis für die Schaffung eines modernen Berichtswesens zu erhalten. In diesem frühen Stadium sollte das Controlling auch eine intensive Überprüfung der Datenübermittlung und -integration anstreben, sowie erste Analysen über die Nutzung der perspektivisch verfügbaren Industrie 4.0 Datenbankstrukturen, welche eine Automatisierung ermöglichen werden, anstellen. Gleichzeitig bedarf es eines Konzepts zur Integration der sich verändernden Controllingprozesse in die bestehenden Arbeitsabläufe.²⁷⁶

Diese dargestellten Veränderungsprozesse und die damit einhergehende Steigerung der Komplexität führt unweigerlich zur Annahme, dass die Nutzung digitaler Technologien erforderlich wird, um die neuen Herausforderungen, auch mit einem kleinen Team, meistern zu können. Somit stellt der nächste Punkt der Roadmap, dass Technologiescouting, einen weiteren wichtigen Punkt im Aufgabenspektrum des digitalen Controllings dar. Einerseits steht dieser Punkt für die Notwendigkeit, die sich immer schneller wandelnden Technologien und Anforderungen kontinuierlich zu beobachten und zu bewerten, da nur so die Potenziale durch 4.0 Technologien in den Folgejahren

²⁷⁵ Schmid-Gundram 2016, S. 17

²⁷⁶ Vgl. Ebenda, S. 84 ff. und Kapitel: 4.2

analysiert und berücksichtigt werden können. Hier stellt sich wieder die Herausforderung von Industrie 4.0 dar, dass es sich um einen langfristigen Prozess handelt, dessen tatsächliches Ausmaß nur schwer zu überblicken ist.²⁷⁷

Andererseits muss die Controlling-Abteilung gleichzeitig die Technologien analysieren, welche für die Bewältigung der eigenen neuen Herausforderungen erforderlich sind. Ein wesentliches Element für die Arbeit im Controlling 4.0 sind vor allem intelligente Datenbanken, welche die Controller aktiv bei ihrer Arbeit unterstützen. Schlagworte, welche in diesem Kontext häufig verwendet werden, sind ERP-Systeme und Big Data.²⁷⁸ Bereits im Anfangsstadium des Transformationsprozesses im Unternehmen muss das Controlling, gerade im KMU Sektor, daher überprüfen welche Investitionen in die IT-Systeme benötigt werden, um daraufhin eine strategische Analyse des Kosten-Nutzen-Verhältnisses erstellen zu können.²⁷⁹ Für das Beispiel würde dies bedeuten, dass die Aufgabe darin besteht, eine IT-Strategie für das Controlling zu wählen, welche den neuen Anforderungen entspricht aber die Ressourcen des Unternehmens nicht überstrapaziert.²⁸⁰

In diesem frühen Stadium ist es somit von großer Bedeutung das die Controlling-Abteilung in Kooperation mit der IT-Abteilung des Unternehmens und ggf. zusammen mit externen Partnern, Beratern oder Dienstleistern einen Organisationsrahmen entwickelt. Das Ziel hierbei ist die Planung einer integrierten Gesamt-IT-Strategie, welche den Anforderungen aller Prozessteilnehmer gerecht wird.²⁸¹ Nach KRCMAR sind es die folgenden fünf Strategiefelder, welche in diesem Planungsprozess berücksichtigt werden müssen:

- die Technologiestrategie
- die Infrastrukturstrategie
- die Anwendungsstrategie
- die Organisationsstrategie
- die Sicherheitsstrategie²⁸²

²⁷⁷ Vgl. Internationaler Controller Verein 2015, S. 24 und 44

²⁷⁸ Vgl. Punkt 2.5.5.

²⁷⁹ Internationaler Controller Verein 2014; S. 16

²⁸⁰ Vgl. Horváth 2015, S. 346ff.

²⁸¹ Vgl. Krcmar 2015, S. 393ff.

²⁸² Vgl. Ebenda

Für kleine Controlling-Abteilungen, wie im Beispiel, bieten sich bei der Industrie 4.0 Technologieauswahl vor allem zwei Bereiche an, welche die Controlling-Prozesse positiv beeinflussen können und sich daher für das künftige Technologieportfolio eignen. Hierzu zählen das Cloud-Computing und die Nutzung mobiler Endgeräte.

Wie bereits erläutert, stellt die Nutzung von Cloud-Computing-Diensten eine Möglichkeit dar, sofern das Unternehmen über einen leistungsstarken Breitbandinternetanschluss verfügt, um schnell und flexibel die benötigte Rechenleistung von externen Dienstleistern mieten zu können, um die neuen I4.0 Datenbankmöglichkeiten zu nutzen ohne selbst Kapital in neuer IT-Infrastruktur binden zu müssen.²⁸³ Unter der Voraussetzung das auch die anderen Fachbereiche und Standorte ihre Daten in ein solches System mit einfließen lassen, bietet sich so sehr schnell die Möglichkeit einer Echtzeitinformatonsverarbeitung und einer dezentralen Datennutzung. Sofern negative Aspekte, wie z.B. die Datenschutzproblematik bei der Planung berücksichtigt werden, könnte eine Nutzung von Cloud-Diensten die technischen Voraussetzungen für ein Controlling 4.0 erfüllen.²⁸⁴ Die wesentliche Herausforderung liegt jedoch im Bereich der IT-Sicherheit, sodass das Controlling durch konkrete Sicherheitsziele und geeignete interne und externe Maßnahmen eine Bewältigung der Sicherheitsrisiken gewährleisten muss.²⁸⁵ Durch die Möglichkeit der dezentralen Datennutzung ist auch die Nutzung mobiler Endgeräte für die Controlling-Abteilung empfehlenswert, da diese zu einer Kosten- und Zeitersparnis führen können, die Bereitstellung von Echtzeit-Reportings und Berichten deutlich vereinfachen und den Verantwortlichen ortsunabhängig auch komplexe Analysen ermöglichen.²⁸⁶

Der nächste Punkt in der Roadmap des ICV stellt die wesentliche Herausforderung für die Mitarbeiter des Controlling dar, da eine Änderung bzw. Weiterentwicklung der Technologien, Methoden und Prozesse nur Sinn ergibt, wenn sich gleichzeitig die Fähigkeiten und Fertigkeiten im Controlling simultan weiterentwickeln und die Mitarbeiter den bereits beschriebenen Wandel des Controllings und der Controlling-Hauptprozesse in ihren Arbeitsalltag erfolgreich integrieren.²⁸⁷ Neben den Veränderungen, welche sich aus der digitalen Produktion ergeben, sind es vor allem die Möglichkeiten der

²⁸³ Vgl. Kapitel 2.5.6

²⁸⁴ Vgl. Gärtner und Rockenschaub 2015; S. 710-711

²⁸⁵ Vgl. Fliehe und Alici 2014, S. 318

²⁸⁶ Vgl. Strauß et al. 2016, S. 315-316

²⁸⁷ Vgl. Internationaler Controller Verein 2015, S. 44 und Kapitel 4

Automatisierung, die als Schlüsselement der Agenda Industrie 4.0 auch die Arbeit der Controlling-Abteilung beeinflussen werden. So bieten sich künftig Möglichkeiten Berichte oder Predictive Analytics systemgesteuert anhand von zuvor gewählten Parametern automatisiert erstellen zu lassen, wodurch die Aufgabe der Informationsaufbereitung deutlich vereinfacht und beschleunigt werden kann und somit Ressourcen für andere Controlling-Aufgabenfelder freigesetzt werden.²⁸⁸ Dennoch müssen die Controller die komplexen Algorithmen, welche Teile der heutigen Controllerarbeit übernehmen werden, aber auch die neuen Datenquellen, welche z.B. in Big Data Anwendung finden, nicht nur verstehen, sondern auch aktiv weiterentwickeln können, um ihrer neuen Rolle als Business Partner für die Geschäftsführung gerecht zu werden.²⁸⁹ Gerade im Anfangsstadium einer Transformation von Industrie 4.0 steht jedoch nicht nur die reine Methodenkompetenz im Vordergrund, sondern es werden auch verschiedene weitere Kenntnisse und Fähigkeiten erforderlich sein um als Controller die vierte industrielle Revolution aktiv mitzugestalten.²⁹⁰

Veränderte Anforderungen - Controller als Business Partner	
Kommunikationsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderte Form der Kommunikation über neue Applikationen • Abstimmung mit und Integration von Controlling Shared Service Center (<i>Mitarbeiter rückt in den Fokus</i>)
Instrumentenkenntnis	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterentwicklung der Steuerungsinstrumente in Richtung Zukunft (<i>Szenariobetrachtung, Digitale Modelle, Predictive Analyses</i>) • Flexibilität ggü. sich ständig ändernden Tools und Anwendungen
Verhaltenskenntnis	<ul style="list-style-type: none"> • Einschätzung inwiefern das Management oder die Mitarbeiter den Chancen der Digitalisierung gegenüberstehen und wo Hilfestellungen benötigt werden
Technologiefähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Affinität ggü. neuen technischen Innovationen und Möglichkeiten • Wille zur Weiterbildung • Schaffung von IT-Know-How
Analysefähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Fokus auf Fähigkeiten zur Analyse von Daten und Zusammenhängen (Schaffung von Handlungsempfehlungen)
Geschäftssinn	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhtes Verständnis für Geschäftszusammenhänge und End-2-End Geschäftsprozesse • Affinität ggü. neuen Geschäftsformen • Akzeptanz der Automatisierung „einfacher“ Controller-Tätigkeiten
Standfestigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Neutrale und unabhängige Beratung der Geschäftsführung • Kontinuierliche Chancen-Risiken-Bewertung der Digitalisierung

Abbildung 25 - Veränderte Anforderungen an Controller²⁹¹

²⁸⁸ Vgl. Gleich et al. 2016, S. 56ff.

²⁸⁹ Vgl. Internationaler Controller Verein 2014, S. 23 und 43; Schlüchtermann und Siebert 2015, S. 463;

²⁹⁰ Vgl. Abbildung 25

²⁹¹ Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Hoder und Kuhr 2015, S. 18 und Gleich et al. 2016, S. 63

Dies verdeutlicht sich z.B. am nächsten Punkt der Road Map des ICV, welcher darin besteht die digitalen Schnittstellen gemeinsam mit dem IT-Bereich weiterzuentwickeln. Die Mitarbeiter der Controlling-Abteilung sind somit gefordert sich eine fundierte Wissensbasis in diesem Bereich zu schaffen. Gleichzeitig müssen die Mitarbeiter die Fähigkeit entwickeln die Prozesse im Unternehmen zu verstehen und zu optimieren, um eine aktive Beraterrolle einnehmen zu können.²⁹² Es zeigt sich also, dass sich das Kompetenzmodell und die Anforderungen an den Controller im Rahmen der digitalen Produktion und von Industrie 4.0 deutlich wandeln, was zu der Notwendigkeit führt die Mitarbeiter in diesen Bereichen zu schulen und zu fördern.²⁹³

Zusammengefasst bedeuten die dargestellten Prozesse, speziell für das Beispielunternehmen, dass vor allem in der Planungs- und Einführungsphase von Industrie 4.0 die größten Hürden liegen, welche nicht nur vom Controlling, sondern im Gesamtunternehmenskontext betrachtet werden müssen. Fehler die bereits in dieser Phase entstehen, scheinen somit vor allem im weiteren Transformationsprozess zu weitreichenden Folgen zu führen, da der weitere Verlauf stark von einer funktionierenden Basis abhängig ist.

Das beschriebene Szenario verdeutlicht also, dass vor allem die Startphase von einer bereichsübergreifenden Planung, Durchführung und Kontrolle geprägt sein muss und somit eine hohe Komplexität aufweist. Die aufgeführten Methoden können hierbei helfen, diese Komplexität zu bewältigen und in einen strukturierten Plan zu überführen. Tabelle 2 fasst die wesentlichen Schritte für das Controlling in der Einführungsphase von Industrie 4.0 zusammen.²⁹⁴

Das nachfolgende Szenario 2 baut auf der Annahme auf, dass die Schrauben und Muttern GmbH diesen Startprozess erfolgreich begonnen und damit die Voraussetzungen für den weiteren Veränderungsprozess geschaffen hat. Ziel des zweiten Szenarios ist es daher mit einem gezielten Fokus auf die Controlling-Abteilung an verschiedenen Beispielen die neuen Controlling-Möglichkeiten zu erläutern um einen Ausblick über das Potenzial eines Controllings 4.0 zu schaffen.

²⁹² Vgl. Internationaler Controller Verein 2015, S. 43 und Abbildung 25

²⁹³ Vgl. Gleich et al. 2016, S. 64

²⁹⁴ Vgl. Tabelle 2

Tabelle 2 - Zusammenfassung Szenario 1

	Wesentliche Handlungsfelder	Aufgabenstellung für das Controlling
1.	Unternehmensanalyse und Zieldefinition	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse der strategischen Handlungsfelder (IST-Analyse) <ul style="list-style-type: none"> ○ Analyse der Kunden, Wettbewerber und der Unternehmenssituation/ -voraussetzungen ○ Mitwirkung im bereichsübergreifenden Projektteam ○ Bereitstellung von personellen Ressourcen ○ Ggf. Nutzung externer Berater • Aufbau des Projektcontrollings <ul style="list-style-type: none"> ○ Zielableitung zur Strategiefindung ○ Planung einer Einführungsstrategie ○ Erstellung einer Roadmap
2.	Unterstützung bei der Strategiefindung, Investitions- und Geschäftsmodellbewertung	<ul style="list-style-type: none"> • Mitwirkung bei Strategiedefinition <ul style="list-style-type: none"> ○ Controller als Business Partner für die Geschäftsführung ○ Planung des Handlungsrahmens (z.B.: Integrated Balanced Scorecard) • Investitionsbewertung <ul style="list-style-type: none"> ○ Bewertung der Potenziale neuer Technologien ○ Unterstützung bei der Auswahl neuer Technologien • Geschäftsmodellinnovationsprozess <ul style="list-style-type: none"> ○ Analyse und Bewertung im Rahmen einer Szenario-Erstellung
3.	Überprüfung des aktuellen Controlling-Systems	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse und Bewertung des aktuellen Systems <ul style="list-style-type: none"> ○ Strategieplanung und -umsetzung anhand der neuen Erfordernisse • Definition der Veränderungspotenziale auf der Basis der Gesamtunternehmensstrategie <ul style="list-style-type: none"> ○ Neubewertung der Bedeutung des Controllings ○ Integration im Unternehmenssystem
4.	Technologiescouting	<ul style="list-style-type: none"> • Permanente Analyse und Bewertung neuer Technologien für das Gesamtunternehmen <ul style="list-style-type: none"> ○ Kontinuierliche Weiterentwicklung • Analyse, Bewertung und Integration neuer Technologien in das Controlling <ul style="list-style-type: none"> ○ Nutzung ERP, BIG DATA, Cloud-Computing, usw. ○ Schaffung von Datenschnittstellen und einer einheitlichen Datenbasis.
5.	Weiterentwicklung der Controller-Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung von Knowhow für die Nutzung der Möglichkeiten des digitalen Controllings <ul style="list-style-type: none"> ○ Weiterbildung, neues Personal, usw.

5.3 Szenario 2: Ausnutzung der neuen Potenziale

Nachdem die ersten Hürden im Beispielunternehmen genommen worden sind, muss sich der Arbeitsalltag im Controlling an die neuen Möglichkeiten anpassen. Die nachfolgenden Ausführungen stellen hierbei den in der Zukunft liegenden Idealfall dar und basieren auf der Annahme, dass die Controlling-Abteilung der Schrauben und Muttern GmbH die relevanten technologischen, organisatorischen und personellen Ressourcen besitzt und effizient anwenden kann. Im Rahmen dieses Idealfalls werden nachfolgend Methoden beschrieben, welche sich künftig aus der Nutzung der I4.0 Technologien ergeben. Wie bereits in Szenario eins dargestellt, müssen in der Phase der Einführung der neuen Technologien die Grundlagen geschaffen und erfolgreich im gesamten Unternehmen implementiert worden sein, um die vollen Potenziale von I4.0 nutzen zu können. Da die zukünftigen Möglichkeiten aktuell nur bedingt bekannt sind und basierend auf der aktuellen Fachliteratur keine Abbildung aller Neuerungen möglich ist, werden nachfolgend nur einige Teilbereiche analysiert und exemplarisch dargestellt.

5.3.1 Nutzung der neuen Datenquellen

Ausgangspunkt für die Arbeit des Controllers im Rahmen der vierten industriellen Revolution stellen die bereits dargestellten Thesen, sowie die Veränderungen der Controlling-Hauptprozesse seitens des ICV dar. Entsprechend dieser Annahmen bedeutet dies für ein „Controlling 4.0“ eine enorme Erhöhung der Prozessgeschwindigkeit, eine Steigerung der Transparenz und des Detailgrades, sowie ein stetiger Bedeutungszuwachs von zukunftsorientierten Analysen.²⁹⁵ Die I4-Technologien, welche in dieser Phase der internen Reife am meisten die Arbeit des Controllings verändern und bereichern werden, stellen Big Data Anwendungen dar, da erst diese die Informationsbasis für die geforderte neue Datenqualität implementieren.²⁹⁶ Hierbei zeigt sich erneut der fachbereichsübergreifende Charakter der vierten industriellen Revolution, da die dezentrale und mehrdimensionale Entscheidungsfindung, direkt auf den sensorgestützten und automatisierten Prozessen der anderen Fachbereiche aufbaut.²⁹⁷ Zu beachten gilt, dass diese Technologie aktuell jedoch mit gewaltigen Investitionskosten und sehr

²⁹⁵ Vgl. Abbildung 15, Internationaler Controller Verein 2015; Seite 42 und Kapitel 4.2

²⁹⁶ Vgl. Kapitel 2.5.5

²⁹⁷ Vgl. Reischauer und Schober 2015; S. 26

langen Implementierungszeiträumen einher geht, sodass vermutet wird, dass KMUs erst in einiger Zeit tatsächlich Big Data-Anwendungen flächendeckend einsetzen werden.²⁹⁸ Somit werden weniger fortschrittliche Datenauswertungs- und Analysemethoden, wie das klassische Data Warehouse und Business Intelligence als Basistechnologien zunächst benötigt, um die Grundlagen für Big Data zu schaffen.²⁹⁹ In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass diese Basis bereits im Unternehmen vorhanden ist.

Entsprechend der Definition des ICV beschreibt Big Data „...die Analyse und die Echtzeitverarbeitung großer, unstrukturierter und kontinuierlich fließender Datenmengen aus einer Vielfalt unterschiedlicher Datenquellen zur Schaffung glaubwürdiger Informationen als Basis von nutzenschaffenden Entscheidungen.“³⁰⁰ Die Herausforderung für das Controlling besteht, entsprechend der Roadmap des ICV, daher darin die Instrumente, Prozesse und Systeme kontinuierlich weiterzuentwickeln um den maximalen Nutzen aus z.B. der Big Data Technologie zu ziehen.³⁰¹ Das Beispielunternehmen muss also einen kontinuierlichen Entwicklungsprozess vollziehen um diese Möglichkeiten effektiv nutzen zu können.

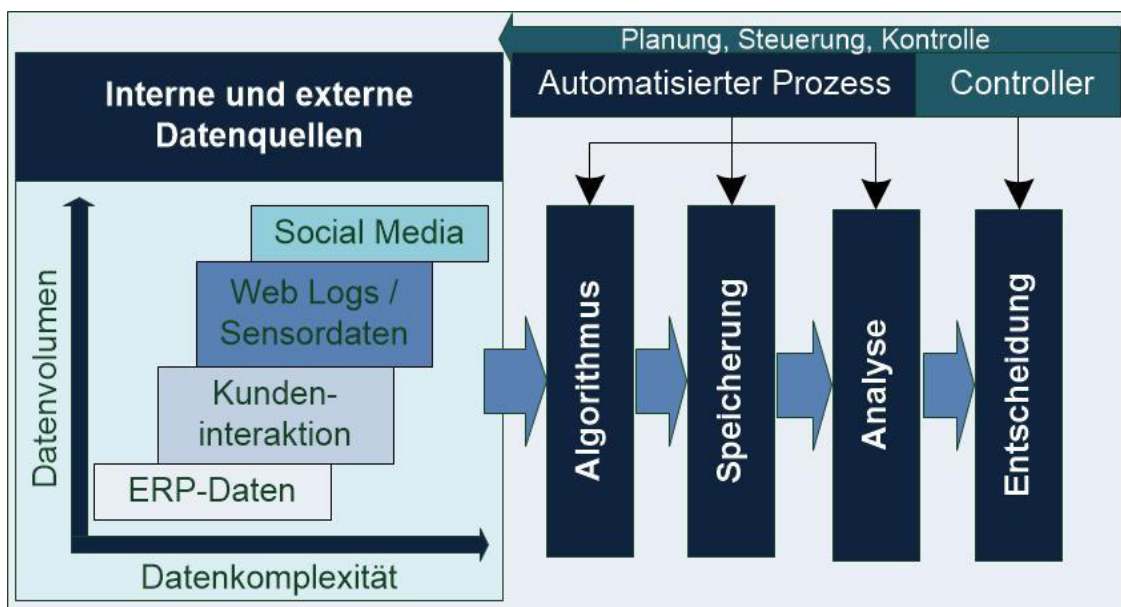


Abbildung 26 - Nutzung von Big Data im Controlling³⁰²

²⁹⁸ Vgl. Internationaler Controller Verein 2014, S. 1

²⁹⁹ Vgl. Gleich 2013b, S. 190

³⁰⁰ Internationaler Controller Verein 2014, S. 5

³⁰¹ Vgl. Abbildung 26

³⁰² Eigene Darstellung; In Anlehnung an: Gleich 2013b, S. 191-193

Big Data, sowie im begrenzten Umfang auch die technologischen Vorstufen, bieten im Beispiel für die Controlling-Abteilung eine Möglichkeit der steigenden Marktdynamik und Planungsunsicherheit durch bessere und schnellere Führungsinformationen entgegenzuwirken.³⁰³ Ermöglicht wird dies durch die automatisierte Auswertung, Speicherung und Analyse von gewaltigen Datenmengen aus internen und externen Datenquellen.³⁰⁴ Durch neue Technologien, wie z.B. In-Memory-Verarbeitung oder neuen Analytik-Funktionen, kann auch eine kleine Controlling-Abteilung die großen Datenquellen verarbeiten, da durch die Automatisierung Arbeitskapazitäten, welche sonst für die Informationserstellung benötigt worden sind, für andere Aufgabenfelder frei werden. Gleichzeitig erlaubt Big Data, sofern ein unternehmensindividuelles Datenmodell definiert worden ist, eine höhere Transparenz der internen und externen Einflussfaktoren, sowie der durch das Controlling vorgenommenen Analyse-, Kontroll- und Steuerungsmaßnahmen, wodurch eine detaillierte Prüfung von Vorgängen ermöglicht wird. Anwendung finden diese Daten somit in neuen Reporting Varianten und neuen Visualisierungsformen der Informationen.³⁰⁵ Folglich bietet Big Data für das Unternehmen den Nutzen Abweichungen oder Zusammenhänge sehr schnell zu erkennen oder aber detaillierte Vorhersagen auf der Basis von sehr genauen Daten zu erstellen, wodurch für das Unternehmen neue Erkenntnisse und ein besseres Marktverständnis entstehen, Optimierungen von Prozessen und der Organisation in Echtzeit erfolgen und daraus ein höherer Markterfolg generiert werden können.³⁰⁶

Ausgehend von einem unternehmensweiten Informationsnetz könnten im Beispielunternehmen somit sowohl die Daten der beiden Firmenstandorte, als auch externe Daten durch die Verwendung sinnvoller Algorithmen aufbereitet werden, um diese in Echtzeit und ortsunabhängig auszuwerten. Die freigewordenen Kapazitäten können durch die Controlling-Abteilung somit genutzt werden um sich anderen Aufgabenschwerpunkten zu widmen. Dazu gehört z.B. die kontinuierliche Pflege der Datenquellen durch die Nutzung analytischer Werkzeuge wie Advanced Analytics, welche der Optimierung der Vernetzung der verschiedenen Datenquellen und der Implementierung und Kombination von komplexen, statistischen Modellen dienen, wodurch selbst-

³⁰³ Vgl. Losbichler und Gänßler 2015, S. 307-308

³⁰⁴ Vgl. Abbildung 26

³⁰⁵ Vgl. Sander 2014, S. 6

³⁰⁶ Vgl. Gleich 2014, S. 66

lernende, sowie teil- bzw. vollautomatisierte Lösungen und Prognosen an die Ansprüche der betreffenden Unternehmenseinheiten angepasst werden können und der Grad der Standardisierung deutlich erhöht wird.³⁰⁷ Die neue Datenqualität kann folglich auch genutzt werden um die Unsicherheit und Volatilität der Geschäftsprozesse durch neue Bewertungsmethoden zu analysieren, wie z.B. durch den Dynamic Decision Management-Ansatz, welcher durch die Durchführung einer quantitativ bisher nicht möglichen, zeitgleichen Analyse unzähliger Handlungsalternativen auch bei flexiblen und komplexen Unternehmensprozessen eine qualitative Entscheidungsbasis für eine rasche Planungsanpassung bietet.³⁰⁸

Diese Beispiele zeigen das vor allem durch Big Data die Kernaufgabe des Controllings wieder stärker in den Bereich der Informationsversorgung angesiedelt wird und der Controller vor allem die gewaltigen Datenmengen nutz- und anwendbar machen muss.³⁰⁹ Wesentliche Aufgabenschwerpunkte, welche sich ebenfalls aus dieser automatisierten Informationsgenerierung ergeben, stellen für die Controller im Unternehmen zum einen die Strukturierung und die Kontrolle der Plausibilität der verfügbaren Daten und zum anderen die Wahrnehmung von Datenschutzaspekten dar. Gleichzeitig müssen die Controllingverantwortlichen die Datenaufbereitung und -filterung für die über- und nebengeordneten Unternehmensbereiche übernehmen, indem Sie die gewaltigen Datenmengen individuell entsprechend des Informationsbedarfs aufbereiten und durch die Verwendung von neuen Technologien und Visualisierungsformen in geeignete Steuerungsinformationen überführen. Vor allem die Verwendung von interaktiven und grafischen Darstellungsformen, welche auch für mobile Endgeräte optimiert sind, erweitern somit das Tätigkeitsspektrum der Controller.³¹⁰

Angewendet auf das Beispielunternehmen, bedeutet die Verwendung von Big Data oder einer technologischen Vorstufe, sowie einer systematischen Automatisierung der Informationsversorgung, dass auch das kleine Team in die Lage versetzt wird, entsprechend der immer flexibleren und individuelleren Produktions- und Produktgestal-

³⁰⁷ Vgl. Satzger et al. 2015, S. 231

³⁰⁸ Vgl. Arms et al. 2014, S. 404ff.

³⁰⁹ Vgl. Gleich 2013b, S. 194

³¹⁰ Vgl. Gleich et al. 2016; S. 56

tung, sich den verändernden Rahmenbedingungen anzupassen und somit Ihre Tätigkeit im Rahmen der bereits beschriebenen, verändernden Controlling-Hauptprozesse auszuüben.³¹¹

5.3.2 Auswirkungen der „smarten“ Produktion

Neben den neuen Datenquellen und der besseren Informationsquantität und -qualität, welche aus der Entwicklung der IKT-Technologien resultieren, zeigt der letzte Punkt der Roadmap des ICV, dass in diesem fortgeschrittenen, technologischen Stadium die Controller in einem produzierenden Unternehmen, wie der fiktiven Schrauben und Muttern GmbH, die Steuerungslogik an die neuen Produktionsbedingungen anpassen müssen.³¹² Die Veränderungen im Bereich der Unternehmenssteuerung bauen folglich auf den neuen Technologien, Konzepten und Anwendungen auf, was bedeutet, dass sich das Controlling an die neuen Bedingungen anpassen muss. Da die Entwicklungen von Industrie 4.0, welche z.B. im verarbeitenden Gewerbe genutzt werden können, vor allem die Produktion betreffen, verändern sich somit vor allem die Aufgabenfelder im Bereich des Produktionscontrollings, sodass dies neben den Veränderungen im Rahmen der Informationsversorgung den zweiten wesentlichen Schwerpunkt für die Veränderungen im Controlling in diesem späteren Stadium des Transformationsprozesses darstellt.³¹³

Unternehmenssteuerung	Strategische Steuerung		Operative Steuerung der Wertschöpfungsfunktionen		Skills, Prozesse und IT-Monitoring
Anwendungen	Vernetzung der Supply Chain		Resiliente Fabrik/ Intelligente Fabrik		Condition Monitoring
	Agile Fertigungssteuerung		Selbststeuernde Intralogistik		(Qualitäts-) Selbstkontrolle
	Digitale Echtzeit-prozessabbildung		Integrierte dispositive Prozesse		Selbstoptimierung
Konzepte	Cyber-Physische Systeme	Internet der Dinge und Services	M2M-Kommunikation		Dezentrale Ad-hoc-Organisation
	Auto-ID/Intelligente Sensorik	Embedded Systems	Cloud / Vernetzung		Multi-Agenten-Systeme
Technologien					

Abbildung 27 - Auswirkungen auf die Unternehmenssteuerung, basierend auf Technologien, Konzepten und Anwendungen der I4.0³¹⁴

³¹¹ Vgl. Kapitel 4.2

³¹² Vgl. Internationaler Controller Verein 2015, S. 44

³¹³ Vgl. Seiter et al. 2015, S. 133 und Abb. 27

³¹⁴ Eigene Darstellung; In Anlehnung an Sauter et al. 2015; S. 476

Unter der Annahme, dass die Schrauben und Muttern GmbH nun über eine dezentral steuerbare, flexible und „smarte“ Produktionstechnik verfügt und somit die technologische Reife der Industrie 4.0 Maßnahmen eingetreten ist, wird vor allem die Disziplin des Produktionscontrollings vor neue Herausforderungen gestellt. Die Grundlage bildet hierbei die neue Informationsbasis aus den in- und externen Datenquellen, welche eine Steuerung überhaupt erst ermöglichen. Die enorme Flexibilität und die hohe Prozessgeschwindigkeit erfordern eine z.T. selbständige Entscheidung durch die operativen Prozessteams. Um diese kontrollierte Selbständigkeit zu ermöglichen, muss das Controlling in diesem Stadium Controlling-Werkzeuge implementieren, welche die komplexen Daten in eine leicht verständliche Präsentationsform überführen, sodass der Prozesseigner befähigt wird bestimmte Entscheidungen selbst zu treffen.³¹⁵

Neben dem Aufbau der neuen Controlling-Werkzeuge, ergeben sich auch neue Herausforderungen im Bereich der Kennzahlen und Kennzahlensysteme, da diese auch beim Controlling von Industrie 4.0 Prozessen das zentrale Steuerungselement bleiben werden.³¹⁶ Die INTERNATIONAL GROUP OF CONTROLLING empfiehlt für die Ausgestaltung des Kennzahlensystems hierbei folgende Punkte:

- *“Kennzahlen sind intuitiv verständlich,*
- *die Anzahl der Kennzahlen je Prozess ist begrenzt,*
- *möglichst einfache Kennzahlendefinition,*
- *bedarfsgerechte Messfrequenz sowie*
- *Ausgewogenheit von prozessübergreifenden und prozessbezogenen Kennzahlen.*”³¹⁷

Bezogen auf das Produktionscontrolling im Beispiel bedeutet dies, dass durch die Controlling-Abteilung beispielsweise entsprechend den Zielen einer intelligenten Produktion auch intelligente aber trotzdem selbsterklärende Kennzahlen generiert werden müssen, welche nicht nur den Nutzen und die Wirtschaftlichkeit der neuen I4.0-Technologien wie Sensoren, CPPS und BIG Data widerspiegeln, sondern auch der zunehmenden Bedeutung von flexiblen Prognosen und Forecasts gerecht werden. Somit müssen nicht nur kostenrechnerische Aspekte, sondern vor allem zukunftsorientierte

³¹⁵ Vgl. Bauer 2012, S. 60

³¹⁶ Vgl. Losbichler und Gänßler 2015; S. 410

³¹⁷ Gleich 2013a, S. 100 in Anlehnung an Lehmann 2012, S. 13f

Produktionskennzahlen generiert werden, welche die gewünschte Transparenz der Prozesse schaffen und es ermöglichen rasch Abweichungen zu erkennen.³¹⁸ Relevante Kennzahlen wären hierbei z.B. im Bereich der Overall Equipment Effectiveness zu finden, welche die in- und externen Unternehmensdaten, z.B. die Produktivität, die Termintreue oder die Ausschussquote, in einem komplexen Zusammenhang stellen und somit eine ganzheitliche Analyse zulassen.³¹⁹

Die große Herausforderung für den Controller ergibt sich dabei vor allem bei der Selektion der entscheidungsrelevanten Daten, der Strukturierung im Rahmen einer klaren Datenarchitektur, welche die Darstellung in unterschiedlicher Granularität erlaubt, sowie bei der Integration der nicht strukturierten Daten in die quantitativen Kennzahlensysteme. Da die neuen IKT-Technologien im Produktionsbereich eine vollständige Simulation ermöglichen, kann der Controller auch verstärkt zukunftsorientierte Kennzahlen generieren, welche insbesondere der Planungsgenauigkeit zugutekommen. Die höhere Frequenz der Reportings und Forecasts macht eine teilweise oder vollständige Automatisierung der Kennzahlenerstellung, besonders für kleine Controlling-Abteilungen wie im Beispiel, relevant um der zunehmenden Frequenz der Datenerhebung gerecht werden zu können.³²⁰ Ansatzpunkte für die Controlling-Abteilung im Beispiel sind hierbei der kontinuierliche Aufbau eines Systems mit produktionsbezogenen Flexibilitätsskennzahlen, Flexibilitätsscorecards und kontinuierliche Forecasts, Analysen und Szenarien, welche einer flexiblen Ressourcenverwendung und zunehmenden Automatisierung gerecht werden, sowie eine Gesamtoptimierung der Produktion ermöglichen.³²¹

Im Rahmen des Produktionscontrollings muss die Controlling-Abteilung neben den Veränderungen der Kennzahlensysteme auch die Kostenrechnung und Kalkulation, bedingt durch die agile, dezentrale und modulare Fertigung anpassen, da durch die Flexibilisierung der Arbeitspläne und der Automatisierung der Produktion eine starre Standardkostenkalkulation der gestiegenen Komplexität nicht mehr gerecht wird.³²² Da die gewaltigen Datenmengen, sofern richtig eingesetzt, jedoch eine enorme Transparenz der Prozesse ermöglichen, existiert im Rahmen von I4.0 die Möglichkeit einer

³¹⁸ Vgl. Gleich et al. 2016, S. 96ff. und 153

³¹⁹ Vgl. Losbichler et al. 2015; S. 243ff

³²⁰ Vgl. Losbichler und Gänßler 2015, S. 311ff

³²¹ Vgl. Gleich 2014, S. 151-152

³²² Vgl. Gleich et al. 2016, S. 153

prozessorientierten Kostenrechnung, welche produzierenden Unternehmen, wie der Schrauben und Muttern GmbH, eine verursachungsgerechte Verrechnung der Fertigungsgemeinkosten zu den jeweiligen Teilprozessen ermöglicht und somit auch bei komplexen Unternehmensprozessen wesentliche Optimierungspotenziale und Abweichungen aufzeigen kann.³²³

Die aufgezeigten Möglichkeiten für die Controlling-Abteilung im Beispiel zeigen nur einen Bruchteil der Herausforderungen für das Controlling im technologischen Kontext von Industrie 4.0 auf. Abhängig von der künftigen technologischen Entwicklung ist daher davon auszugehen, dass die Möglichkeiten der Planung und Optimierung weiter zunehmen werden. Rein von der technologischen Entwicklung im Rahmen von I4.0 zeigt die Betrachtung, dass vor allem die Zukunftsorientierung bei der Arbeit des Controllings zunehmen wird. Da die Technologien jedoch nur einen Baustein, im Rahmen der vierten industriellen Revolution darstellen, soll nun aufbauend im dritten Szenario die Möglichkeit einer vollständigen horizontalen und vertikalen Integration der Schrauben und Muttern GmbH im Rahmen eines digitalen Wertschöpfungsnetzwerkes aufgegriffen werden, wodurch die Umsetzung der Agenda Industrie 4.0 erreicht wäre.

5.4 Szenario 3: Das digitale Wertschöpfungsnetzwerk

Die Thematisierung von Industrie 4.0 ist meist stark von einer Betrachtung der verschiedenen Technologien geprägt, da bereits diese zu spürbaren Veränderungen nicht nur im Controlling, sondern in allen Unternehmensbereichen führen. Die Definition von Industrie 4.0 geht allerdings nicht nur von den unternehmensinternen, technologischen Neuerungen und einer damit einher gehenden internen Informationsvernetzung aus, sondern zielt auf *„...dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie beispielsweise Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen“* ab.³²⁴ Bezogen auf das Beispiel der Schrauben und Muttern GmbH, zeigt sich somit, dass allein die interne Thematisierung von Industrie 4.0 noch nicht die vollen Potenziale der Transformationsprozesse ausschöpfen wird, sondern dass langfristig auch die Zulieferer, Partner und Kunden für die Schaffung eines gemeinsamen Wertschöpfungsnetzwerkes gewonnen werden müssen. Erst durch diese Verknüpfung

³²³ Vgl. Gleich 2013b, S. 171ff.

³²⁴ Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015c, S. 8

wird die vertikale und horizontale Integration, sowie das durchgängige digitale Engineering abgeschlossen und ermöglicht beispielsweise die stufenlose Reaktion auf individuelle Kundenwünsche in Echtzeit.³²⁵

Während im Bereich der Produktion und der Informationstechnologien bezüglich der Kooperation bereits verschiedene Handlungsempfehlungen existieren, stellt diese Thematik im Rahmen des Controllings ein noch recht neues Gebiet dar, da auf Grund von Sicherheitsbedenken, Vertraulichkeitsregelungen oder einem schlichten Misstrauen gegenüber den externen Prozessbeteiligten eine zentrale und vor allem autarke Unternehmenssteuerung einem kooperativen, prozessübergreifenden Controlling vorgezogen wird.³²⁶ Deutlich wird dieser Konflikt vor allem bei der Betrachtung eines unternehmensübergreifenden Datennetzes, beispielsweise im Rahmen von Big Data. Obwohl die gemeine Informationsnutzung die Qualität der Analysen verbessern könnte, existieren zahlreiche organisatorische, technische aber auch menschliche Hindernisse, welche Projekte dieser Art hindern können.³²⁷ Da die komplexen, unternehmensübergreifenden Prozessketten, die Arbeitsgeschwindigkeit, sowie die Dezentralität enorm zunehmen werden, stellt sich jedoch die Frage ob diese klassische Form der Steuerung überhaupt geeignet ist um Kosten- und Leistungsoptimierungen vorzunehmen, bzw. die Potenziale aus einer horizontalen Integration bewerten zu können.³²⁸

Für die Controlling-Abteilung im Beispiel entstehen somit neue Aufgabenfelder, welche es zu analysieren und zu planen gilt. Ein möglicher strategischer Ansatz für die kooperative und kundenorientierte horizontale Integration wurde bereits im Rahmen der Darstellung der Co-Creation-Strategie dargestellt. Für die konkrete Ausgestaltung im Rahmen des Controllings bietet dieser Ansatz eine Basis, da dieser verdeutlicht welche Grundlage in der Philosophie des Unternehmens und in der Gesamtstrategie der beteiligten Geschäftsführungen vorhanden sein muss. Konkret auf das Beispiel bezogen würde dies bedeuten, dass die Geschäftsführer der im Wertschöpfungsnetzwerk verbunden Unternehmen einer kooperativen Unternehmens- und Informationskultur offen gegenüberstehen müssten.³²⁹

³²⁵ Vgl. Kapitel 2.2 und Abbildung 3

³²⁶ Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015c, S. 79 und Bauer 2012 S. 21-22

³²⁷ Vgl. King 2014 S. 148ff.

³²⁸ Vgl. Bauer 2012, S. 22 und Roth 2016, S. 38

³²⁹ Vgl. Kapitel 2.4

Unter der Annahme, dass ein Konsens für diese Form der Kooperation das Controlling der Schrauben und Muttern GmbH miteinschließt, kann so der Aufbau eines geeigneten Systems beginnen. Zum besseren Verständnis sollen im Rahmen dieser Darstellung nur die Gruppen der Zulieferer und Partner sowie die Kunden in vereinfachter, unspezifischer Form berücksichtigt werden, obwohl die Anzahl der Stakeholder, welche die Prozesse im Wertschöpfungsnetzwerk beeinflussen, in der Praxis meist viel größer ist. Bekannte Controlling-Ausprägungen, welche bereits jetzt in der Praxis zur Analyse der genannten Gruppen Anwendung finden, sind das Supply-Chain-Controlling sowie das Kundencontrolling, deren Methoden auch in Bezug auf das Controlling von kooperativen Netzwerken Anwendung finden könnten. Aufbauend auf diesen Analysen kann folglich die konkrete Ausgestaltung erfolgen.

5.4.1 Analyse und Bewertung der Netzwerkpartner

Das klassische Supply Chain Management dient der Realisierung von Rationalisierungspotenzialen im Rahmen von unternehmensübergreifenden Waren-, Informations- und Finanzflüssen. Dazu werden verschiedene Instrumente und Methoden in das Controlling integriert um die Prozesstransparenz zu erhöhen, die Erfolgswirksamkeit, sowie die Wertorientierung zu überprüfen und ein ganzheitliches Berichtswesen zu integrieren. Das Hauptziel deckt sich hierbei mit einer wesentlichen Herausforderung von Industrie 4.0 Prozessen und besteht in der Beherrschung der Komplexität.³³⁰ Die wesentlichen Instrumente, welche im Supply Chain Controlling zur Anwendung kommen sind:

- *“Methoden des Beziehungscontrollings,*
- *Unternehmensübergreifende Prozesskostenrechnung,*
- *Kennzahlen für Supply Chain Controlling,*
- *Balance Scorecard für Supply Chain Controlling“³³¹*

Da vor allem der Faktor des Vertrauens ein großes Hindernis für unternehmensübergreifende Kooperation ist, stellen Elemente des Beziehungscontrollings, vor allem das Vertrauenscontrolling, für Controller eine theoretische Möglichkeit dar diese Unsicherheiten zu analysieren. Durch die respektive Bewertung von weichen Faktoren, wie z.B.

³³⁰ Vgl. Werner 2014, S. 8

³³¹ Busch und Dangelmaier 2004, S. 154

Zuverlässigkeit, Kompetenz, emotionales Vertrauen, Vertragstreue, Loyalität, sowie dem gegenseitigen Kooperationsnutzen, kann so eine Quantifizierung der Basis der Supply Chain bezogen auf die Zulieferer erfolgen.³³² Ein ähnliches Vorgehen bietet sich auch bei der Bewertung von Kunden im Rahmen des Kundencontrollings an, indem durch eine kontinuierliche Bewertung des Nutzens, z.B. unter Zuhilfenahme des Customer Lifetime Value, der Kapitalwert des individuellen Partners bewertet wird. So kann überprüft werden wie interne Anpassungen diesen Wert beeinflussen³³³

Neben der internen Bewertung der Beziehungen, gilt es mit den Controlling-Abteilungen der Partner im Wertschöpfungsnetzwerk im Form eines kooperativen Prozessmappings einen einheitlichen Plan zur gemeinsamen Strategiefindung und Zielüberwachung zu implementieren.³³⁴ Weiterhin müssen frühzeitig relevante Regeln, Standards und Normen geschaffen werden, da vor allem die gemeinsame Informationsnutzung in den Bereichen Haftung, Datenschutz aber auch IT-Sicherheit bei fehlender Ausgestaltung zu rechtlichen und finanziellen Risiken führen können, welchen es frühzeitig im Rahmen geeigneter Verträge zu entgegenen gilt.³³⁵ Der Prozess der Standardisierung bedarf somit einer Referenzarchitektur und individueller Kooperationsverträge, um die Sicherheit in den vernetzten Systemen zu gewährleisten. Langfristig werden auch rechtliche Rahmenbedingungen in diesem Prozess Anwendung finden.³³⁶

Der Prozess der Standardisierung stellt für das Controlling im digitalen Wertschöpfungsnetzwerk somit die größte Herausforderung dar, da erst dadurch eine prozessübergreifende Steuerung ermöglicht wird. So müssen die Teilprozesse in den Einzelunternehmen digital synchronisiert werden und einheitliche, jedoch selektierbare Kennzahlensysteme geschaffen werden, um im Rahmen einer unternehmensübergreifenden Prozesskostenrechnung oder in Form einer netzwerkweiten Balance Scorecard die relevanten Optimierungspotenziale zu identifizieren und flexible Plananpassungen zu ermöglichen. Das Hauptziel für die einzelnen Controlling-Abteilungen besteht somit, unter der Voraussetzung von kompatiblen IT-Systemen, in der Schaffung

³³² Vgl. Busch und Dangelmaier 2004, S. 156

³³³ Vgl. Georgi und Hadwich 2010, S. 111ff.

³³⁴ Vgl. Bacher 2004, S. 172

³³⁵ Vgl. Obermaier 2016, S. 72 ff.

³³⁶ Vgl. Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2015c, S. 15

von einheitlichen Controlling-Instrumenten und Systemen, welche sowohl eine Aggregation und Bewertung eines einzelnen Teilprozesses aber auch eine Bewertung des gesamten Netzwerkes oder von kritischen Schnittstellen ermöglichen³³⁷

Es zeigt sich, dass vor allem die Kooperation im Bereich der direkt an der Produktion beteiligten Partner die größte Herausforderung darstellt. Dennoch erscheint eine parallel verlaufende weitere Analyse der Gruppe der Kunden ebenfalls als sinnvoll für die Controlling-Abteilung, da die daraus resultierenden Informationen entscheidend für die Analyse des Gesamtprozesses sein werden. So können durch die Integration von kundenorientierten finanziellen und nichtfinanziellen Kennzahlen, wie dem kundenorientierten Wertbeitrag oder der Kundenerfolgsrechnung, Analysen im Form von SWOT-ABC- und Sortimentsanalysen, sowie weiterführende Dispositionsrechnungen durchgeführt werden. Die daraus resultierende Bewertung kann das Gesamtbild des Netzwerkes verbessern, woraus zusätzliche proaktive Optimierungs- und Anpassungsmaßnahmen resultieren können.³³⁸ Für die Controlling-Abteilung der Schrauben und Muttern GmbH bedeutet dies, dass vor allem einfache und verständliche Controlling-Instrumente geschaffen werden müssen, welche sich für die Bewertung der unterschiedlichen Bezugsebenen eignen, gleichzeitig aber auch an den unternehmensinternen Vorgängen angepasst sind.³³⁹

5.4.2 Transformation der Unternehmenssteuerung

Der Prozess zur Integration eines unternehmensübergreifenden Controllings bedarf neben der Schaffung einer fundierten Grundlage im Gesamtsystem des Wertschöpfungsnetzwerkes noch weiterer Veränderungen. Da im Kontext von Industrie 4.0 vor allem die Produktion im Vordergrund steht und somit wie bereits dargestellt vor allem das Produktionscontrolling gefordert ist, gelten die dargestellten Maßnahmen auch im kooperativen Kontext. Für das Beispiel bedeutet dies, dass trotz der technologischen Möglichkeiten wie Big Data, welche eine komplexe Analyse riesiger Datenmengen erlaubt, der Aufbau von schlanken Steuerungsstrukturen empfehlenswert erscheint, um für die am Prozess beteiligten Menschen schnelle Planungs- und Kontrollmaßnahmen zu ermöglichen. Das Gesamtsystem sollte daher gleichermaßen eine konsequente

³³⁷ Vgl. Busch und Dangelmaier 2004, S. 158ff.

³³⁸ Vgl. Georgi und Hadwich 2010, S. 113ff.

³³⁹ Vgl. Bacher 2004, S. 172

Methoden-, Prozess-, Mitarbeiter-, Kunden- sowie Kosten- und Leistungsorientierung aufweisen, gleichzeitig aber auch eine ganzheitliche Optimierung des Wertflusses ebenso wie ein Selbstcontrolling durch den Prozessinhaber ermöglichen.³⁴⁰

Bei der Transformation und Organisation des systemübergreifenden Steuerungsapparates gilt es somit ein Gleichgewicht zwischen einem zentral ausgerichteten, auf das eigene Unternehmen bezogene Controlling und einem das Gesamtsystem überwachenden dezentralen Controlling zu schaffen, welches den Ansprüchen aller Prozessteilhaber gerecht wird, den Nutzen aller Beteiligten optimiert und schnelle, prozessbezogene Entscheidungen ermöglicht.³⁴¹ Die Voraussetzungen für die Schaffung eines dezentralen Controllings, wie es im Falle der Zusammenarbeit der Schrauben und Muttern GmbH mit deren Partner notwendig wäre, bedarf somit zusammengefasst:

- einer Standardisierung der Methoden und Objekte
- einer Orientierung am Objekt Maschine
- einen dezentralen Netzwerk-/Onlinezugriff auf die Prozessinformationen
- einer sachgerechten Vereinfachung der Planung und Kontrolle
- einer (Teil-)Automatisierung der Planung und Kontrolle
- einer konsequenten Ausrichtung am Fertigungsprozess
- einer Integration in einheitliche Datenbanken (ERP/Big Data)
- eine systemübergreifende Akzeptanz der Prozess-Owner
- einem prozessnahen Kostenrechnungs- und Kennzahlensystem³⁴²

Es zeigt sich, dass das Controlling im Kontext der horizontalen Integration und von Industrie 4.0 orientierten Wertschöpfungsnetzwerken ohne eine Nutzung von modernen IKT-Technologien kaum möglich ist. Es gilt eine systemübergreifende Strategie zu implementieren und Regeln sowie Standards zu definieren.³⁴³ Letztlich wird das System von den gemeinsamen Zielen der Partner definiert und getragen. Eine Zusammenfassung der dargestellten Prozesse bietet die nachfolgende Abbildung.³⁴⁴

³⁴⁰ Vgl. Wildemann 2002, S. 329

³⁴¹ Vgl. Thorn 2014, S. 88ff.

³⁴² Vgl. Bauer 2012, S. 26.

³⁴³ Vgl. Ebenda, S. 27ff.

³⁴⁴ Vgl. Abb. 28

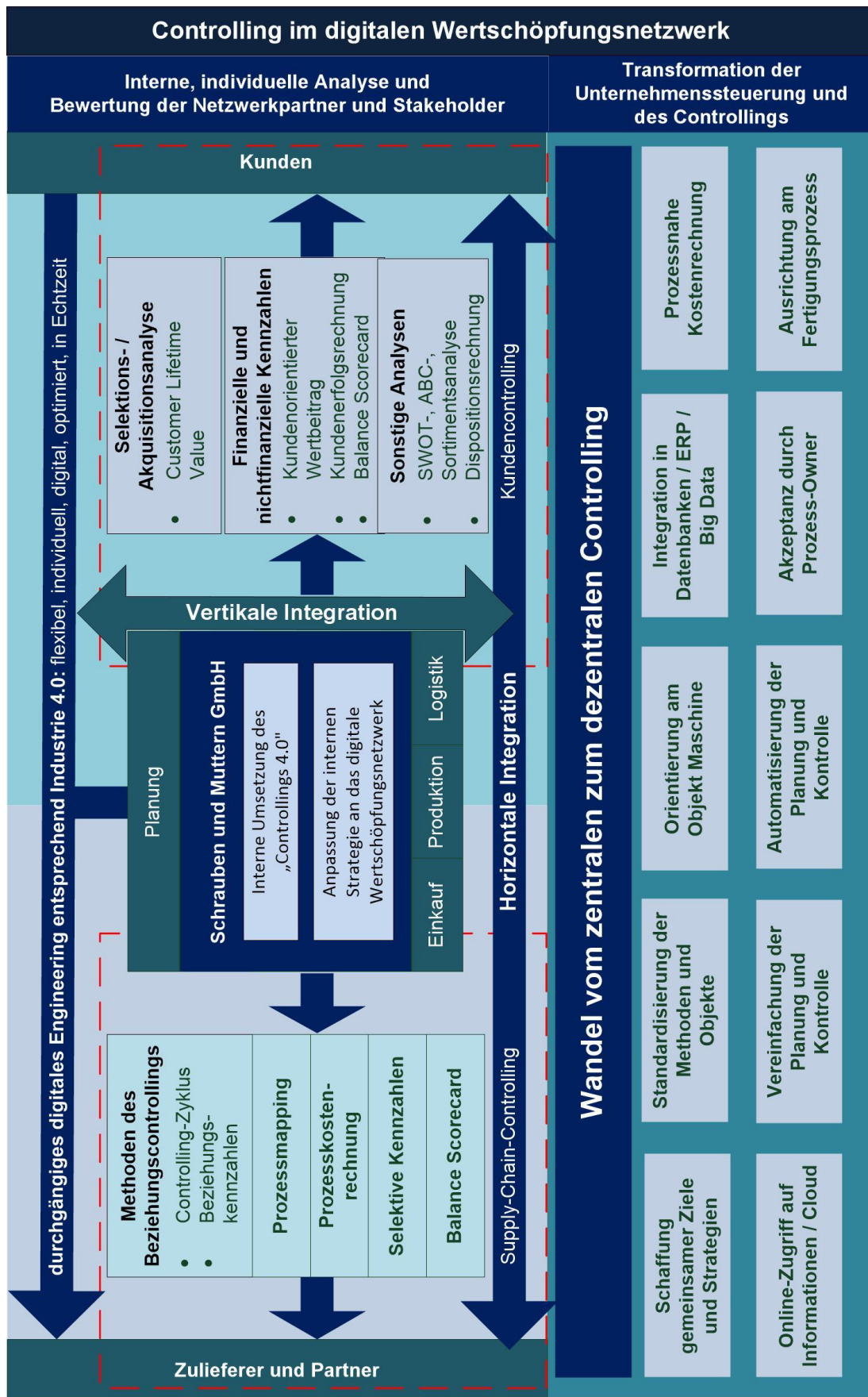


Abbildung 28 – Zusammenfassung einer möglichen Umsetzungsstrategie für das Beispielunternehmen (Eigene Darstellung)

6 Schlussbetrachtung

Im abschließenden Kapitel werden die Erkenntnisse der Untersuchung umrissen. Die wesentlichen Punkte zum Controlling von Industrie 4.0 Prozessen werden zusammengefasst und die Potenziale eines Controlling 4.0 definiert. Weiterhin werden Themenfelder in diesem Kontext aufgezeigt, deren wissenschaftliche Behandlung im Rahmen weiterer Forschung zum besseren Themenverständnis als relevant erscheinen.

6.1 Ausblick zum Controlling 4.0

Die zukünftige Entwicklung des Controllings im Rahmen von Industrie 4.0 scheint perspektivisch von zwei wesentlichen Faktoren beeinflusst zu werden. Einerseits zeigte die Untersuchung, dass vor allem die Durchsetzung der neuen Technologien und Geschäftsmodelle in den Produktions- und IT-Abteilungen der Unternehmen automatisch zu einem Wandel der Aufgaben des Controllers führen und sich die Unternehmenssteuerung entsprechend ihrer Tradition kontinuierlich an die neuen Anforderungen anpassen wird. Daraus ergibt sich die These, dass der technologische Wandel und die damit verbundenen Veränderungen der internen und externen Einflussfaktoren den stärksten Einfluss auf das Controlling in der nahen Zukunft haben werden.

Andererseits zeigte die Untersuchung, dass dem Controlling innerhalb der Transformationsprozesse eine wichtige Rolle bei der Planung, Steuerung und Kontrolle des Wandels zukommen kann. Unter der Maßgabe, dass die relevanten technologischen, personellen und organisatorischen Voraussetzungen geschaffen werden, bietet das Controlling eine Vielzahl von aktiven Gestaltungsmöglichkeiten. Dies bildet folglich die Grundlage für die These, dass das Controlling den wesentlichen Unterstützungsprozess bei der Umsetzung von Industrie 4.0 darstellen wird.

Abhängig ist dies vom künftigen Verständnis des Controllings und seiner Aufgaben. So könnte der Schwerpunkt des Controllings wieder stärker in den Prozess der Informationssicherung wandern und die Tätigkeit des Controllers wieder stärker der alten

Tradition dieser betriebswirtschaftlichen Disziplin entsprechen, so wie es der Konzeptionsansatz von REICHMANN zeigte.³⁴⁵ Gleichzeitig ist es jedoch auch möglich, dass durch die neuen automatisierten Prozesse, Datenbankstrukturen oder Big-Data-Anwendungen das Aufgabenfeld des klassischen Controllers aus den Unternehmen verschwindet und neue Tätigkeitsfelder wie der Data Scientist oder der Business Analyst an dessen Stelle treten.³⁴⁶

Die Analyse im Rahmen der Szenarien zeigte, dass eine wahrscheinliche Entwicklung in der Schnittmenge dieser beiden Varianten liegt. So werden Automatisierungen und Systemanwendungen die Aufgaben des Controllings erweitern, sodass sich die Kompetenzanforderungen und Aufgabenprofile des Controllers stark verändern werden. Sofern der Controller jedoch als aktiver Berater und Gestalter in die Prozesse von Industrie 4.0 mit integriert wird, bieten auch bereits bekannte Methoden, Instrumente und Konzepte der Unternehmenssteuerung, bzw. deren Weiterentwicklungen, Möglichkeiten der zunehmenden Komplexität in der Unternehmenswelt gerecht zu werden.

Die Beschreibung eines Controlling 4.0 setzt sich darauf aufbauend aus den Schnittmengen der beiden Namensgeber dieser Bezeichnung zusammen. Während Industrie 4.0 unter den Gesichtspunkten der zunehmenden Vernetzung, Digitalisierung und Flexibilisierung im Rahmen von dezentralen Wertschöpfungsnetzwerken verstanden werden kann, definiert sich das Controlling als Konzept zur Planung, Steuerung und Kontrolle im Rahmen der Unternehmenssteuerung. Folglich könnte ein Controlling 4.0 als die Transformation der Unternehmenssteuerung im Rahmen von digitalen Wertschöpfungsnetzwerken und der dafür notwendigen Schaffung von Konzepten zur Planung, Steuerung und Kontrolle der darin integrierten digitalen Prozessstrukturen definiert werden.

Abhängig von der zukünftigen Durchsetzung der neuen Technologien und Prozessstrukturen wird die konkrete Ausgestaltung des Controllings von zahlreichen Variablen abhängig sein. Zum aktuellen Zeitpunkt ist es daher noch nicht möglich eine Aussage darüber zu treffen, wie ein Controlling 4.0 tatsächlich ausgestaltet sein muss um den Anforderungen von Industrie 4.0 auch in Zukunft gerecht zu werden.

³⁴⁵ Vgl. Kapitel 4.3

³⁴⁶ Vgl. Internationaler Controller Verein 2014, S. 32 ff.

6.2 Fazit

Die in Rahmen dieser Untersuchung dargestellten Prozesse und Konzepte stellen nur einen Bruchteil der Veränderungen des Controllings im Rahmen von Industrie 4.0 dar. Künftige digitale Geschäftsmodelle und neue Technologien werden zu wachsenden Herausforderungen an die Unternehmenssteuerung führen, gleichzeitig aber auch große Chancen in den Bereichen der Planung und Optimierung eröffnen.

Vor allem der Verlauf der aktuellen Startphase von Industrie 4.0 in Deutschland, sowie der Wille zum Wandel innerhalb der Industrie wird ausschlaggebend dafür sein wie sich die Unternehmenssteuerung künftig entwickeln wird. Die Untersuchung zeigte, dass zur erfolgreichen Umsetzung ein langfristiges Konzept benötigt wird, welches den Fortschritt in den einzelnen Entwicklungsphasen begleitet. Fehler aus den Anfangsphasen können im späteren Umsetzungsverlauf zu weitreichenden Problemen führen. Daher ist es besonders in Bezug auf das Controlling von großer Relevanz, dass alle Maßnahmen und Entscheidungen auf einer ganzheitlichen Unternehmensstrategie aufbauen und regelmäßig Erfolgsmessungen durchgeführt werden. Das Controllings als Kontrollinstanz im Unternehmen wird also auch im Rahmen von Industrie 4.0 weiterhin von großer Bedeutung sein.

6.3 Weiterer Forschungsbedarf

Sowohl Industrie 4.0, als auch Controlling 4.0 sind beides Themenkomplexe deren zukünftige Entwicklung aktuell kaum überblickt werden kann. Für die künftige Forschung, speziell im Bereich des Controllings, stellt sich daher die Aufgabe für die neu entstehenden Technologien sinnvolle Konzepte und Anwendungen zu beschreiben. Vor allem im Bereich der automatisierten Informationserstellung und Datennutzung gilt es Standards zu definieren, um im unternehmensübergreifenden Kontext die Zusammenarbeit zu verbessern. Auch werden Controlling-Modelle benötigt, welche einen flexiblen Wechsel der Stakeholder im Wertschöpfungsnetzwerk ermöglichen, sowie neben der Gleichberechtigung der Netzwerkpartner auch alternative Hierarchiestrukturen erlauben. Ferner müssen neue Kennzahlen und Analysen für die Optimierung der digitalen Prozesse in das Controlling-Instrumentarium übernommen werden, um die Potenziale von Industrie 4.0 auch künftig bewerten zu können. Insgesamt bietet Industrie 4.0 somit für alle wirtschaftswissenschaftlichen Disziplin noch viele weitere Forschungsfelder, die es gilt im Rahmen separater Analysen weiter zu untersuchen.

Anlagen

Anlage 1 - Einordnung der Technologien nach Technology Readiness Level

Anlage 2 - Einordnung der Technologien nach wirtschaftlichen Potenzialen

Anlage 1

Technologiefeld	Bewertung des IST-Zustandes		
	TRL 1-3	TRL 4-6	TRL 7-9
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> Echtzeitfähige drahtlose Kommunikation Selbstorganisierende Kommunikationsnetze 		<ul style="list-style-type: none"> Echtzeitfähige Bus-Technologie Drahtgebundene Hochleistungs-Kommunikation Mobile Kommunikationsnetze IT-Sicherheit
Sensorik	<ul style="list-style-type: none"> Miniaturisierte Sensorik Intelligente Sensorik 	<ul style="list-style-type: none"> Sensorfusion Vernetzte Sensorik Neuartige Sicherheitssensorik 	
Eingebettete Systeme	<ul style="list-style-type: none"> Miniaturisierte eingebettete Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> Energy Harvesting 	<ul style="list-style-type: none"> Intelligente eingebettete Systeme Identifikationsmittel
Aktorik		<ul style="list-style-type: none"> Intelligente Aktoren Vernetzte Aktoren Sichere Aktoren 	
Mensch-Maschine Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> Verhaltensmodelle des Menschen Kontextbasierte Informations-präsentation Semantik-Visualisierung 	<ul style="list-style-type: none"> Sprachsteuerung Gestensteuerung Wahrnehmungsgesteuerte Schnittstellen Fernwartung VR / AR 	<ul style="list-style-type: none"> Intuitive Bedienelemente
Softwaresystem-technik	<ul style="list-style-type: none"> Simulationsumgebung für I4 Multikriterielle Situationsbewertung 	<ul style="list-style-type: none"> Multi-Agenten-Systeme Machine Learning und Mustererkennung 	<ul style="list-style-type: none"> Big-Data-Speicher und Analyseverfahren Cloud-Computing Cloud-Dienste Ontologien Mobile Kommunikation

Anlage 1: Einordnung der Technologien nach Technology Readiness Level (in Anlehnung an: Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (2015b), S. 24)

Anlage 2

Technologiefeld	Bewertung des wirtschaftlichen Potenzials		
	Basistechnologien	Schlüsseltechnologien	Schrittmacher-technologien
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> Echtzeitfähige Bus-Technologie Mobile Kommunikations-kanäle 	<ul style="list-style-type: none"> Drahtgebundene Hochleistungs-Kommunikation IT-Sicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> Echtzeitfähige drahtlose Kommunikation Selbstorganisierende Kommunikationsnetze
Sensorik		<ul style="list-style-type: none"> Miniaturisierte Sensorik Intelligente Sensorik Sensorfusion 	<ul style="list-style-type: none"> Vernetzte / vernetzbare Sensorik Neuartige Sicherheitssensorik
Eingebettete Systeme	<ul style="list-style-type: none"> Identifikationsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> Intelligente eingebettete Systeme Miniaturisierte eingebettete Systeme Energy-Harvesting 	
Aktorik		<ul style="list-style-type: none"> Intelligente Aktoren Sichere Aktoren 	<ul style="list-style-type: none"> Vernetzte Aktoren
Mensch-Maschine Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> Intuitive Bedienelemente 	<ul style="list-style-type: none"> Sprachsteuerung Gestensteuerung Fernwartung VR / AR 	<ul style="list-style-type: none"> Wahrnehmungs-gesteuerte Schnittstellen Verhaltensmodelle des Menschen Kontextbasierte Informations-präsentation Semantik-Visualisierung
Softwaresystem-technik	<ul style="list-style-type: none"> Web Services bzw. Cloud-Dienste Ontologien 	<ul style="list-style-type: none"> Multi-Agenten-Systeme Maschinelles Lernen und Mustererkennung Big-Data-Speicher und Analyseverfahren Cloud-Computing (inkl. Speicher und Zugriffsverfahren) 	<ul style="list-style-type: none"> Simulationsumgebung Multikriterielle Situationsbewertung

Anlage 2: Einordnung der Technologien nach wirtschaftlichen Potenzialen (in Anlehnung an: Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (2015b), S. 25)

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Mittweida, den

Christian Ulbrich

Literaturverzeichnis

Amann, Klaus; Petzold, Jürgen (2014): Management und Controlling. Instrumente - Organisation - Ziele. Wiesbaden: Springer Gabler.

Amshoff, Bernhard (1994): Controlling in deutschen Unternehmungen. Realtypen, Kontext und Effizienz. Univ., Diss. u.d.T.: Amshoff, Bernhard: Konstruktion einer Controlling-Typologie - eine multidimensionale Relativierungs- und Effizienzanalyse-- Dortmund, 1992. 2., aktualisierte Aufl., Nachdr. Wiesbaden: Gabler (Neue betriebswirtschaftliche Forschung, 114).

Andelfinger, Volker P.; Hänisch, Till (Hg.) (2015): Internet der Dinge. Technik, Trends und Geschäftsmodelle. Wiesbaden: Springer Gabler.

Arms, Hanjo; Benner, Valeska; Loy, Christian; Reinartz, Sebastian; Steiner, Konrad (2014): Management von Unsicherheit und Flexibilität mit dem Dynamic Decision Management-Ansatz. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* (7), S. 403–409.

Bacher, Andreas (2004): Instrumente des Supply Chain Controlling. Theoretische Herleitung und Überprüfung der Anwendbarkeit in der Unternehmenspraxis. Gabler Edition Wissenschaft. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag

Baier, Peter (2013): Praxishandbuch Controlling. Controlling-Instrumente, Unternehmensplanung und Reporting. München: mi-Wirtschaftsbuch.

Barth, Thomas; Barth, Daniela (2008): Controlling. 2., vollst. überarb. und aktualisierte Aufl. München: Oldenbourg

Bauer, Jürgen (2012): Produktionscontrolling und -management mit SAP ERP. Effizientes Controlling, Logistik- und Kostenmanagement moderner Produktionssysteme. 4., überarb. Aufl. Wiesbaden: Springer Verlag

Bauernhansl, Thomas; Hompel, Michael; Vogel-Heuser, Birgit (Hg.) (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg

Baum, Heinz-Georg; Coenenberg, Adolf G.; Günther, Thomas; Hamann, P. Maik (2013): Strategisches Controlling. 5., überarb. und erg. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Becker, Wolfgang; Ulrich, Patrick (Hg.) (2016): Handbuch Controlling. s.l.: Springer Gabler

BITKOM e.V. (2016): Industrie 4.0. Status und Perspektiven. Hg. v. BITKOM e.V. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/Publikationen/2016/Leitfaden/Industrie-40-Status-und-Perspektiven/160421-LF-Industrie-40-Status-und-Perspektiven.pdf>, zuletzt geprüft am 02.10.2016.

BITKOM e.V.; Fraunhofer IAO (2014): Industrie 4.0. Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/Publikationen/2014/Studien/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland/Studie-Industrie-40.pdf>. zuletzt geprüft am 02.10.2016.

Bloching, Björn; Luck, Lars; Ramge, Thomas (2015): Data Unser. Wie Kundendaten die Wirtschaft revolutionieren. 3. Aufl. München: Redline.

Bullinger, Hans-Jörg; Hompel, Michael (Hg.) (2007): Internet der Dinge. Www.internet-der-dinge.de. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (VDI-Buch). Online verfügbar unter <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10189120>.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013a): Zukunftsbild „Industrie 4.0“. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/pub/Zukunftsbild_Industrie_40.pdf, zuletzt geprüft am 01.10.2016.

Bundesministerium für Sicherheit und Informationstechnik (2006): Webkurs IT-Grundschutz. Online verfügbar unter https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Grundschutz/Webkurs/recplast_pdf.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 01.10.2016.

Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (2015a): Industrie 4.0. Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland 2015. Online verfügbar unter https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/F/industrie-4-0-volks-und_20betriebswirtschaftliche-faktoren-deutschland,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2016.

Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (2015b): Studie Industrie 4.0. Erschließen der Potenziale der Anwendung von "Industrie 4.0" im Mittelstand. Unter Mitarbeit von agiplan GmbH, Fraunhofer IM und ZENIT GmbH: Online verfügbar unter <http://bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=716886.html>, zuletzt geprüft am 02.10.2016.

Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (2015c): Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0. Online verfügbar unter <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/I/industrie-40-verbaendeplattform-bericht,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, zuletzt geprüft am 04.10.2016.

Busch, Axel; Dangelmaier, Wilhelm (2004): Integriertes Supply Chain Management. Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler.

Die Welt (2016): Deutschland zum Vorreiter bei digitaler Infrastruktur machen. Die Welt. Online verfügbar unter <http://www.welt.de/regionales/niedersachsen/article154756500/Deutschland-zum-Vorreiter-bei-digitaler-Infrastruktur-machen.html>, zuletzt geprüft am 01.10.2016.

Fiedler, Rudolf (2014): Controlling von Projekten. Mit konkreten Beispielen aus der Unternehmenspraxis - Alle Aspekte der Projektplanung, Projektsteuerung und Projektkontrolle. 6. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Fliehe, Marc; Alici, Evrim (2014): IT-Sicherheitsaspekte in KMU. Eine Darstellung des strategischen Nutzens von Cloud-Computing. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* (6), S. 314–319.

Freidank, Carl-Christian; Hinze, Anne-Kathrin (2016): Integrated Balanced Scorecard zur Umsetzung einer integrierten Unternehmenssteuerung und -berichterstattung. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* 2016 (28), S. 318–324.

Gärtner, Bernhard; Rockenschaub, Thomas (2015): Cloud-Computing und Controlling. Chancen und Risiken. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* (12), S. 709–714.

Gartner Inc. (2013): Big Data. Online verfügbar unter <http://www.gartner.com/it-glossary/big-data/>, zuletzt geprüft am 24.09.2016.

Gartner Inc. (2016a): Predictive Analytics. Online verfügbar unter <http://www.gartner.com/it-glossary/predictive-analytics/>, zuletzt geprüft am 01.10.2016.

Gartner Inc. (2016b): Predictive Analytics 2. Online verfügbar unter <http://www.gartner.com/it-glossary/predictive-analytics-2/>, zuletzt geprüft am 01.10.2016.

Gehrig, Marco; Breu, Mario (2013): Controlling hilft, Controlling hilft strategische Denkfehler zu vermeiden. In: *Controlling & Management Review*, S. 46–53.

Geisberger, Eva; Broy, Manfred (2012): agendaCPS. Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems. Berlin, Heidelberg: Springer (acatech STUDIE, März 2012, 1).

Georgi, Dominik; Hadwich, Karsten (2010): Management von Kundenbeziehungen. Perspektiven - Analysen - Strategien - Instrumente; Manfred Bruhn zum 60. Geburtstag. Unter Mitarbeit von Manfred Bruhn. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.

Gesellschaft für Informatik (2013): Big Data. Online verfügbar unter <https://www.gi.de/service/informatiklexikon/detailansicht/article/big-data.html>, zuletzt geprüft am 22.09.2016.

Glanz, Axel; Büsgen, Marc (2013): Machine-to-Machine-Kommunikation. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Campus-Verl.

Gleich, Ronald (Hg.) (2008): Management-Reporting. Grundlagen, Praxis und Perspektiven; [Grundlagen des Management-Reportings aus wissenschaftlicher und praxisorientierter Sicht; Praxisbeispiele und Best Practices aus unterschiedlichen Branchen; innovative Reportingansätze und Zukunftsperspektiven]. Ebs European Business School. 1. Aufl. Freiburg: Haufe-Mediengruppe (Haufe Fachpraxis).

Gleich, Ronald (2013a): Controllingprozesse optimieren. 1. Aufl. s.l.: Haufe Verlag (Haufe Fachbuch - Band 01451).

Gleich, Ronald (2013b): Komplexitätscontrolling. 1. Aufl. s.l.: Haufe Verlag (Haufe Fachbuch - Band 01458, v.1458).

Gleich, Ronald (Hg.) (2014): Controlling und Big Data. Anforderungen, Auswirkungen, Lösungen. 1. Aufl. Freiburg: Haufe Gruppe.

Gleich, Ronald; Losbichler, Heimo; Zierhofer, Rainer (2016): Unternehmenssteuerung im Zeitalter von Industrie 4.0. 1. Auflage (Haufe Fachbuch).

Hoder, Kathrin; Kuhr, Renè (2015): Die Rolle des Controllers in der Digitalisierung - Digital Controlling. In: *Controller Magazin* 40 (2), S. 15–20.

Horváth, Péter (2015): Controlling. 13. Aufl. München: Franz Vahlen.

Hubert, Boris (Hg.) (2015): Controlling-Konzeptionen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Essentials).

Hubert, Boris (2016): Grundlagen des operativen und strategischen Controllings. Konzeptionen, Instrumente und ihre Anwendung. Wiesbaden: Springer Gabler (Lehrbuch).

IBM (2013): The Four V's of Big DATA. Online verfügbar unter <http://www.ibm-bigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>, zuletzt geprüft am 24.09.2016.

IBM (2015): What is cloud computing? Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/cloud-computing/what-is-cloud-computing>, zuletzt geprüft am 06.10.2016.

Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (2015): Forschungsbericht 08/2015. Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung. Online verfügbar unter <http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb0815.pdf>, zuletzt geprüft am 04.10.2016.

International Group of Controlling (2010): Controller-Wörterbuch. Die zentralen Begriffe der Controllerarbeit mit ausführlichen Erläuterungen; Deutsch-Englisch. 4., überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Internationaler Controller Verein (2014): Big Data. Potenzial für Controller. Online verfügbar unter https://www.icv-controlling.com/fileadmin/Assets/Content/AK/Ideenwerkstatt/Files/ICV_Ideenwerkstatt_DreamCar-Bericht_BigData.pdf, zuletzt geprüft am 01.10.2016.

Internationaler Controller Verein (2015): Industrie 4.0. Controlling im Zeitalter der intelligenten Vernetzung. Online verfügbar unter https://www.icv-controlling.com/fileadmin/Assets/Content/AK/Ideenwerkstatt/Files/Dream_Car_Industrie4.0_DE.pdf, zuletzt geprüft am 27.09.2016.

Jung, Hans (2011): Controlling. 3., überarb. Aufl. München: Oldenbourg.

Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig, J. (2013): Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Hg. v. BITKOM e.V., VDMA e.V. und ZVEI e.V. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2016.

Kaufmann, Timothy (2015): Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit. Wiesbaden: Springer Vieweg (Essentials).

King, Stefanie (2014): Big Data. Potential und Barrieren der Nutzung im Unternehmenskontext. Univ., Diss. --Innsbruck, 2013. Wiesbaden: Springer VS.

Koreimann, Dieter S. (2005): Projekt-Controlling. Methoden zur Sicherung des Projekterfolgs. 1. Aufl. Weinheim: WILEY-VCH.

Krcmar, Helmut (2015): Informationsmanagement. 6., überarb. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.

Küpper, Hans-Ulrich (2008): Controlling. Konzeption, Aufgaben, Instrumente. 5., überarb. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Küpper, Hans-Ulrich; Friedl, Gunther; Hofmann, Christian; Hofmann, Yvette; Pedell, Burkhard (2013): Controlling. Konzeption, Aufgaben, Instrumente. 6. Aufl. s.l.: Schäffer-Poeschel Verlag.

Lehmann, Günther (Hg.) (2011): Controlling-Prozessmodell. Ein Leitfaden für die Beschreibung und Gestaltung von Controlling-Prozessen. International Group of Controlling. Freiburg: Haufe (IGC-Schriften).

Lehmann, Günther (Hg.) (2012): Controlling-Prozesskennzahlen. Ein Leitfaden für die Leistungsmessung von Controlling-Prozessen. International Group of Controlling. Freiburg: Haufe-Gruppe (IGC-Schriften).

Lichtblau, Karl; Stich, Volker; Bertenrath, Roman; Blum, Matthias; Bleider, Martin; Millack, Agnes et al. (2015): Industrie 4.0-Readiness. Hg. v. VDMA. Online verfügbar unter https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/vdma-readiness.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 01.10.2016.

Losbichler, Heimo; Eisl, Christoph; Engelbrechtsmüller, Christian (Hg.) (2015): Handbuch der betriebswirtschaftlichen Kennzahlen. Key Performance Indicators für die erfolgreiche Steuerung von Unternehmen. Linde Verlag GesmbH. Wien: Linde Verlag.

Losbichler, Heimo; Gänßler, Siegfried (2015): Performance Measurement in Zeiten von Big Data. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* (6), S. 307–312.

Mumm, Mirja (2015): Kosten- und Leistungsrechnung. Internes Rechnungswesen für Industrie- und Handelsbetriebe. 2., aktualisierte Aufl. 2015. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg.

Obermaier, Robert (Hg.) (2016): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen. Wiesbaden: Springer Gabler.

Obermaier, Robert; Hofmann, Johann; Kirsch, Viktoria (2015): Konzeption einer Prozess- und Potenzialanalyse zur Ex-ante- Beurteilung von Industrie 4.0-Investitionen. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* 24 (8/9), S. 485–492.

Obermaier, Robert; Kirsch, Viktoria (2015): Wirtschaftlichkeitseffekte von Industrie 4.0-Investitionen. Ex-post-Analysen bei der Einführung eines Manufacturing Execution Systems. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* 27 (8/9), S. 493–503.

Ossadnik, Wolfgang (2008): Kosten- und Leistungsrechnung. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).

Ossadnik, Wolfgang (2009): Controlling. 4., vollst. überarb. und erw. Aufl. München: Oldenbourg (Lehr- und Handbücher der Betriebswirtschaftslehre).

Plattform Industrie 4.0 (2013): Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0. Hg. v. BITKOM e.V., VDMA e.V. und ZVEI e.V. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2016.

Preißler, Peter R. (2014): Controlling. 14., vollständig überarb. und erg. Aufl. München: Oldenbourg.

pwc (2014): Industrie 4.0. Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution. Online verfügbar unter <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf>, zuletzt geprüft am 02.10.2016.

Reichmann, Thomas (2016): Die systemgestützte Controlling-Konzeption und ihre IT-gestützte Umsetzung. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* (6), S. 308–317.

Reichmann, Thomas; Baumöl, Ulrike; Kißler, Martin (2016): Controlling mit Kennzahlen. Die systemgestützte Controlling-Konzeption mit Analyse- und Reportinginstrumenten. 9. Auflage. München: Vahlen (Controlling Competence).

Reischauer, Georg; Schober, Lukas (2015): Controlling von Industrie 4.0-Prozessen. In: *Controlling & Management Review* 5 | 2015, S. 22–27.

Roth, Armin (Hg.) (2016): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis. 1. Aufl. 2016. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Sander, Hans-Peter (2014): Der große Nutzen von Big Data liegt im Controlling. In: *IS Report*, S. 6–7.

Satzger, Gerhard; Holtmann, Carsten; Peter, Susanne (2015): Advanced Analytics im Controlling. Potenzial und Anwendung für Umsatz- und Kostenprognosen. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* (4/5), S. 229–235.

Sauter, Ralf; Bode, Maximilian; Kittelberger, Daniel (2015): Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die produktionsnahe Steuerung der Wertschöpfung. In: *Controller Magazin* (8/9), S. 475–484.

Schäffer, Utz (2013): Management accounting research in Germany. from splendid isolation to being part of the international community. In: *Journal of Management Control* 23 (291-309).

Schlüchtermann, Jörg; Siebert, Johannes (2015): Industrie 4.0 und Controlling. Erste Konturen zeichnen sich ab. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* (8/9), S. 461–465.

Schmid-Gundram, Ralf (2016): Controlling-Praxis im Mittelstand. Aufbau eines Controllingsystems ausgehend von Lexware, DATEV oder SAP. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler.

Schröder, Christian (2016): Herausforderungen von Industrie 4.0 für den Mittelstand. Bonn (Gute Gesellschaft - soziale Demokratie # 2017plus). zuletzt geprüft am 02.10.2016.

Schröder, Ernst F. (2003): Modernes Unternehmens-Controlling. Handbuch für die Unternehmenspraxis. 8., überarb. u. wesentl. erw. Aufl. Ludwigshafen (Rhein): Kiehl

Seiter, Mischa; Goran, Sejdic; Rusch, Mark (2015): Welchen Einfluss hat Industrie 4.0 auf die Controlling-Prozesse? In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* 27 (8-9), S. 466–474.

Sendler, Ulrich (2013): Industrie 4.0. Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg (Xpert.press).

Spath, Dieter (Hg.) (2013): Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0. [Studie]. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Stuttgart: Fraunhofer-Verl.

Stich, Volker (2015): Controller müssen ihre Anpassungsfähigkeit unter Beweis stellen. In: *Controlling & Management Review* 5 (5), S. 16–20.

Strauß, Erik; Quinn, Martin; Kristandl, Gerhard (2016): Möglichkeiten und Grenzen eines T-gestützten Controlling- und Reportingsystems für mittelständische Unternehmen mit mobilen Endgeräten. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* (6), S. 313–317.

Tamm, Gerrit; Tribowski, Christoph (2010): RFID. Heidelberg: Springer (Informatik im Fokus).

Taschner, Andreas (2013): Management Reporting. Erfolgsfaktor internes Berichtswesen. Wiesbaden: Springer.

Thorn, Jens (2014): Aspekte zur Organisation des Controllings in einem dynamischen Unternehmensumfeld. In: *Controlling: Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* (7), S. 386–390.

VDE (2015): VDE-Trendreport 2015 - Umfrage Industrie 4.0. Ist Ihr Unternehmen bereits konkret mit dem Thema Industrie 4.0 befasst? Hg. v. VDE. Online verfügbar unter <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/298028/umfrage/bewusstsein-fuer-das-thema-industrie-40-in-deutschland/>, zuletzt geprüft am 01.10.2016.

Weber, Jürgen; Schäffer, Utz (2014): Einführung in das Controlling. 14., überarb. und aktualisierte Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Werner, Hartmut (2014): Kompakt Edition: Supply Chain Controlling. Grundlagen, Performance-Messung und Handlungsempfehlungen. Wiesbaden: Springer Gabler (Lehrbuch).

Westkämper, Engelbert; Spath, Dieter; Constantinescu, Carmen; Lentjes, Joachim (2013): Digitale Produktion. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg.

Wildemann, Horst (2002): Produktionscontrolling. Controlling von Verbesserungsprozessen in Unternehmen. 4., neubearb. und erg. Aufl. München: TCW Transfer-Centrum-Verl. (TCW, 9).

Wildmann, Lothar (2007): Module der Volkswirtschaftslehre. München, Wien: Oldenbourg (Module der Volkswirtschaftslehre, 01).

Wöhe, Günter; Döring, Ulrich (2013): Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 25., überarb. und aktualisierte Aufl. München: Vahlen (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften).

Wolke, Thomas (2016): Risikomanagement. 3., vollständig überarbeitete, erweiterte und aktualisierte Auflage. Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg.

Wulf, Stefanie; Redlich, Tobias; Wulfsberg, Jens (2015a): Die Strategie der Offenheit in der Industriellen Wertschöpfung. In: *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 110 (2015) 3, 2015 (Heft 3 / 2015), S. 107–113.

Wulf, Stefanie; Redlich, Tobias; Wulfsberg, Jens (2015b): Die Strategie der Offenheit in der Industriellen Wertschöpfung. In: *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 2015, 2015 (Heft 3 / 2015), S. 107–113.

Zenz, Andreas (1999): Strategisches Qualitätscontrolling. Konzeption als Metaführungsfunktion. Gabler Edition Wissenschaft. Wiesbaden, s.l.: Deutscher Universitätsverlag (Unternehmensführung & Controlling).